

हिन्दी समिति ग्रन्थमाला संख्या—९८

स्टार्च और उसका व्यवसाय

लेखक

डा० सन्त प्रसाद टंडन, एम० एस-सी०, डी० फिल०

एफ० एन० ए० एस०

प्रयाग विश्वविद्यालय, प्रयाग



हिन्दी समिति

सूचना विभाग, उत्तर प्रदेश

लखनऊ

प्रथम संस्करण

१९६५

मूल्य रु० ७.५०

मुद्रक

सम्मेलन मुद्रणालय, प्रयाग

प्रकाशकीय

आधुनिक युग में वैज्ञानिक अनुसन्धानों के फलस्वरूप हमारे वाणिज्य-व्यवसाय में अभूतपूर्व क्रांति और उन्नति हुई है। पदार्थों पर भाँति-भाँति के रासायनिक प्रयोगों द्वारा नयी-नयी वस्तुओं का आविष्कार किया गया है, जिनकी माँग और खपत ससार के बाजारों में अधिकाधिक बढ़ रही है। स्टार्च भी ऐसा ही एक पदार्थ है, जिसका उपयोग अनेक प्रकार से किया जाता है। यह खाद्य, वस्त्र, कागज आदि अनेक जीवनोपयोगी वस्तुओं के हेतु काम आता है। डा० सत प्रसाद टंडन ने 'स्टार्च' विषय पर सरल एवं सुस्पष्ट शैली में प्रस्तुत पुस्तक लिखकर विद्यार्थियों और व्यवसायियों का समान रूप से हित किया है।

हमें विश्वास है, रसायन शास्त्र के विद्यार्थियों और विज्ञान में रुचि रखनेवाले हिन्दी-हितैषी पाठकों द्वारा उनकी कृति का समुचित स्वागत होगा। राष्ट्रभाषा के वाङ्मय की अभिवृद्धि में डा० टंडन का योग श्लाघनीय है। समिति उनके प्रति आभारी है।

सुरेन्द्र तिवारी
सचिव, हिन्दी समिति

भूमिका

मनुष्य की दो प्रमुख आवश्यकताओं, भोजन और वस्त्र, की पूर्ति कार्बोहाइड्रेट वर्ग के पदार्थों द्वारा होती है। स्टार्च कार्बोहाइड्रेट वर्ग का एक यौगिक है जिसका हमारे भोजन में विशेष स्थान है। गेहूँ, चावल, आलू आदि खाद्य पदार्थों का मुख्य अवयव स्टार्च है। खाद्य का एक मुख्य अवयव होने के अतिरिक्त स्टार्च का बड़ा उपयोग आजकल कितने ही विभिन्न उद्योगों में भी होता है। यह आसजक (adhesive) बनाने, कपड़ों पर माड़ी तथा कलफ देने, छपाई का मसाला तैयार करने आदि अनेक कामों में आता है। स्टार्च से बहुत-से ऐसे रासायनिक यौगिक भी बनाये जाते हैं जिनका विभिन्न उद्योगों में बड़ा महत्व है। ग्लूकोस, ऐलकोहल, ऐसीटोन, ब्यूटिल ऐलकोहल आदि इसी प्रकार के यौगिक हैं जो स्टार्च से प्राप्त किये जाते हैं। अतः आज के युग में स्टार्च का एक महत्वपूर्ण स्थान है और इस कारण इसका अध्ययन विशेष उपयोगी है। पिछले ५०-६० वर्षों में स्टार्च का विशद अध्ययन किया गया है। इस अध्ययन और खोज के फलस्वरूप स्टार्च की संरचना का पर्याप्त ज्ञान हमें हुआ है और इसका संश्लेषण करने में भी हम सफल हुए हैं। इन सब खोजों के फलस्वरूप इधर पिछले कुछ वर्षों में स्टार्च व्यवसाय की बहुत उन्नति हुई है।

इस पुस्तक में स्टार्च तथा उससे प्राप्त होनेवाले पदार्थों का अध्ययन उद्योगों में उनके उपयोग किये जाने की दृष्टि से ही मुख्य रूप से किया गया है, साथ ही रासायनिक पक्ष भी छोड़ा नहीं गया है। स्टार्च के रासायनिक रूप तथा उसके भौतिक और रासायनिक गुणों की भी यथेष्ट चर्चा की गयी है। जीवजगत् में स्टार्च का संश्लेषण किस प्रकार होता है और उसके उपापचय का क्या रूप है, इसकी भी विवेचना आधुनिकतम खोजों के द्वारा ज्ञात तथ्यों के आधार पर की गयी है। यह प्रयत्न किया गया है कि पुस्तक बहुत क्लिष्ट न होने पाये, जिससे यह केवल खोज का कार्य करने वाले विद्यार्थियों के उपयोग तक ही सीमित न रहे। संक्षेप में तथा सरल ढंग से ही नवीन वैज्ञानिक तथ्यों का विवेचन किया गया है। लेखक का यह विश्वास है कि जो सामग्री इसमें प्रस्तुत की गयी है उसे समझने में रसायन का साधारण ज्ञान रखने वाले किसी भी व्यक्ति को कोई कठिनाई नहीं होगी।

स्टार्च-व्यवसाय में 'किण्वन और एजाइम क्रिया' का विशेष महत्त्व है, कुछ खाद्य पदार्थों से स्टार्च प्राप्त करने में इन क्रियाओं की सहायता ली जाती है। स्टार्च का विभिन्न रासायनिक पदार्थों में परिवर्तन तथा स्टार्च का सश्लेषण भी कुछ अंश तक इन्हीं क्रियाओं पर आधारित है। अतः स्टार्च के रासायनिक रूप तथा इसके सम्बन्ध की क्रियाओं का पूरा ज्ञान प्राप्त करने के लिए 'किण्वन और एजाइम क्रियाओं' का ज्ञान प्राप्त करना आवश्यक है। इसी दृष्टि से पुस्तक के आरम्भ में एक अध्याय में 'किण्वन और एजाइम' का विवेचन किया गया है और एक दूसरे अध्याय में उन एजाइमों की चर्चा की गयी है जिनका मुख्य रूप से स्टार्च से सम्बन्ध है। जीव-जगत् में होनेवाली प्रत्येक क्रिया एजाइम द्वारा होती है। अतः एजाइमों का महत्त्व बड़ा व्यापक है और बिना इनका साधारण ज्ञान प्राप्त किये स्टार्च सम्बन्धी रसायन का समझना सम्भव नहीं है।

इस पुस्तक की सामग्री जुटाने और इसे वर्तमान रूप देने में कई पुस्तकों तथा खोज सम्बन्धी निबन्धों से सहायता ली गयी है। खोज सम्बन्धी लेखों का उल्लेख सम्बन्धित अध्यायों के अन्त में कर दिया गया है। जिन पुस्तकों से लेखकों को विशेष रूप से वर्तमान पुस्तक की रचना करने में सहायता मिली है, वे निम्न हैं—

१. Radley—'Starch and its Derivatives' Vol. I and II, published by John Wiley & Sons INC., New York, 1954.
२. Stewart and Grahame—'Recent Advances in Organic Chemistry' Vol. II, published by Longmans Green & Co, London, 1948
३. Honeyman—'The Chemistry of Carbohydrates' published by Clarendon Press, Oxford, 1948
४. Haworth—'The Constitution of the Sugars' published by Arnold, London, 1929
५. Dixon and Webb—'Enzymes' published by Longmans Green & Co., London, 1958.
६. Raymond E. Kirk and Donald F. Othmer—'Encyclopedia of Chemical Technology', Vol. 12, published by the Interscience Encyclopedia, INC., New York.

- ७ Eugene I Rabinowitch—'Photosynthesis and Related Processes', Vol II, Part I, Inter Science Publishers, INC
' C P Wittingham—'Photosynthesis,' published by Methuen & Co, Ltd, London, 1955.

पुस्तक मे प्रयुक्त वैज्ञानिक शब्दों के हिन्दी पर्याय केन्द्रीय शिक्षा मन्त्रालय द्वारा प्रकाशित वैज्ञानिक शब्दावली से लिये गये है। यह शब्दावली अभी पूर्ण नहीं है। जिन शब्दों के हिन्दी पर्याय इसमे नहीं मिल सके, उन्हें लेखक ने स्वयं संस्कृत कोशों के आधार पर चुना है या गढ़ा है।

स्टार्च के विश्लेषण तथा परिमाणन की विधियाँ परिशिष्ट के रूप मे अन्त मे पृथक् दो अध्यायों मे दी गयी है। इन विधियों द्वारा स्टार्च की पहचान तथा मिलावट ज्ञात करने मे सहायता मिलती है।

जैसा मैंने आरम्भ मे लिखा है, इस पुस्तक का उद्देश्य जनसाधारण को स्टार्च तथा तत्सम्बन्धी व्यवसाय का साधारण परिचय कराना मात्र है। इस पुस्तक मे दी गयी सामग्री स्टार्च-व्यवसाय मे सलग्न व्यवसायियों के लिए भी उपयोगी सिद्ध होगी, ऐसा लेखक का विश्वास है। किन्तु जो पाठक स्टार्च विषय का अधिक गहरा सैद्धान्तिक अध्ययन करना चाहते हैं उन्हें अध्यायों के अन्त मे निर्देशित खोजनिबन्धों तथा ऊपर दी गयी सूची की पुस्तकों का अवलोकन करना होगा।

अन्त मे मैं उत्तर प्रदेश शासन की हिन्दी समिति के प्रति अपना आभार प्रदर्शित करता हूँ जिसकी प्रेरणा से यह पुस्तक लिखी गयी है। यह समिति हिन्दी साहित्य के भंडार की अभिवृद्धि करने मे स्तुत्य कार्य कर रही है। मेरा अनुमान है कि यह पुस्तक अपने विषय की हिन्दी साहित्य की प्रथम पुस्तक होगी और इस दृष्टि से हिन्दी समिति का यह प्रकाशन बहुत महत्वपूर्ण है।

विषय सूची

अध्याय १. विषय प्रवेश	१—८
कार्बोहाइड्रेट, कार्बोहाइड्रेट का वर्गीकरण, इतिहास और महत्त्व, भारतवर्ष में स्टार्च का व्यवसाय ।	
अध्याय २. किण्वन और एंजाइम	९—२२
किण्वन, एंजाइम ।	
अध्याय ३. ऐमिलेस और उनका प्राप्त करना	२३—३४
ऐमिलेस एंजाइमों का प्राप्त करना, ऐमिलेस का रासायनिक रूप और सक्रियता ।	
अध्याय ४. स्टार्च को व्यापारिक मात्रा में प्राप्त करना	३५—८१
गेहूँ से स्टार्च बनाना, चावल से स्टार्च प्राप्त करना, साबूदाना, टैपियोका स्टार्च, अरारोट, मकई का स्टार्च, आलू का स्टार्च, शकरकंद का स्टार्च, केले से स्टार्च प्राप्त करना ।	
अध्याय ५. स्टार्च के अवयव तथा गुण-धर्म	८२—९६
स्टार्च के अवयव ऐमिलेस और ऐमिलोपेक्टिन, मोमीय तथा ग्लूटेनीय स्टार्च, स्टार्च के गुण-धर्म, स्टार्च के उपयोग ।	
अध्याय ६. विलेय स्टार्च तथा स्टार्च के एस्टर और ईथर	९७—१०१
विलेय स्टार्च, स्टार्च के एस्टर, स्टार्च के ईथर ।	
अध्याय ७. डेक्सट्रिन	१०२—११६
बनाने की विधियाँ. सूखी विधि, गीली विधि, मणिभीय गोद, गुण ।	
अध्याय ८. ग्लूकोस	११७—१४४
स्टार्च से ग्लूकोस बनाने की विधियाँ, स्टार्च से ग्लूकोस बनाने में रासायनिक अभिक्रियाएँ, ग्लूकोस के गुण-धर्म, ग्लूकोस के उपयोग, ग्लूकोस की संरचना ।	
अध्याय ९. माल्टोस	१४५—१५३
माल्टोस बनाने की विधियाँ, गुण-धर्म, माल्टोस की संरचना ।	

अध्याय १०. स्टार्च की संरचना	१५४—१६६
भौतिक आकार, रासायनिक आकार, ऐमिलेस की संरचना, ऐमिलोपेक्टिन की संरचना ।	
अध्याय ११. कार्बोहाइड्रेट पदार्थों का संश्लेषण	१६७—१८७
पौधों की कोशिकाएँ, पत्ती का आकार, प्रकाश-संश्लेषण, पौधों में स्टार्च तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट का संग्रह, स्टार्च का संश्लेषण ।	
अध्याय १२. स्टार्च से विविध रासायनिक यौगिकों का बनाना	१८८—२२०
ऐथिल ऐलकोहल, ऐसीटोन और ब्यूटिल ऐलकोहल, ग्लिसरोल, लैक्टिक अम्ल, २ ३-ब्यूटिलीन ग्लाइकाल ।	
अध्याय १३. स्टार्च से बने आसंजक	२२१—२४७
आटे की लेई, स्टार्च आसंजक, सूखा आसंजक ।	
अध्याय १४. डेक्सट्रिन से बने आसंजक	२४८—२५५
अध्याय १५. स्टार्च और भोजन व्यवसाय	२५६—२७८
अध्याय १६. स्टार्च और कागज उद्योग	२७९—२८७
अध्याय १७. स्टार्च और वस्त्र उद्योग	२८८—३०४
अध्याय १८. विविध उपयोग	३०५—३१६
धुलाई में स्टार्च का उपयोग, प्रसाधन सामग्रियों में स्टार्च का उपयोग, दवाओं में स्टार्च पाउडर का उपयोग, बागबानी में स्टार्च का उपयोग, विस्फोटक तथा ईंधन के सम्बन्ध में स्टार्च का उप- योग, अन्य उपयोग ।	
अध्याय १९. स्टार्च-उद्योग के उपजात और उनका उपयोग	३१७—३१८
अध्याय २०. स्टार्च तथा स्टार्च-पदार्थों का परिरक्षण	३१९—३२२
अध्याय २१. स्टार्च का परीक्षण और विश्लेषण	३२३—३४३
अध्याय २२. स्टार्च का परिमाणन	३४४—३५०
अध्याय २३. डेक्सट्रिन का विश्लेषण	३५१—३५९
अनुक्रमणिका	३६०—३६१
शब्दकोश	३६२—३६७

अध्याय १

विषय प्रवेश

कार्बोहाइड्रेट

कार्बोहाइड्रेट कार्बनिक यौगिकों (organic compounds) का एक बड़ा समूह है जिसके अन्तर्गत शर्कराएँ (sugars), स्टार्च (starch), डेक्सट्रिन (dextrins) और सेल्यूलोस (cellulose) आदि पदार्थ हैं। मनुष्य के लिए कार्बोहाइड्रेट समूह के पदार्थों का बड़ा महत्त्व है। शर्कराएँ तथा स्टार्च हमारे भोजन के आवश्यक अंग हैं। सेल्यूलोस पौधों की कोशिकाओं की भित्ति बनाता है, और इस प्रकार पौधों के पजर (skeleton) का मुख्य पदार्थ है। इसी पजर द्वारा पौधों के जीव-पदार्थ रक्षित रहते हैं और इसी पर उनका समस्त रूप तथा आकार आधारित रहता है। अतः सेल्यूलोस हमारी कृषि का भी आधारभूत है। लकड़ी के रूप में सेल्यूलोस ईंधन के काम में तथा फर्नीचर और मकान बनाने के काम में आता है। इससे कागज, सिनेमा की फिल्म तथा अनेक विस्फोटक पदार्थ भी बनाये जाते हैं। रूई के रूप में सेल्यूलोस का उपयोग कपड़ा बनाने में होता है। कृत्रिम रेशम भी सेल्यूलोस से ही बनाया जाता है। गोद, जो विभिन्न पेड़ों से स्राव के रूप में प्राप्त होता है, कार्बोहाइड्रेट वर्ग का ही पदार्थ है। विभिन्न प्रकार की शराबों तथा अन्य अनेक औद्योगिक रासायनिक यौगिकों के भी कार्बोहाइड्रेट स्रोत हैं।

कार्बोहाइड्रेट कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन इन तीन तत्वों से मिलकर बने यौगिक हैं। ये मुख्य रूप से पौधों में पाये जाते हैं। पौधों में विद्यमान समस्त ठोस पदार्थों का लगभग ७५ प्रतिशत अंश कार्बोहाइड्रेट होता है। जन्तुओं में ये साधारणतः बहुत कम मात्रा में पाये जाते हैं। आरम्भ में इस वर्ग के जितने पदार्थ ज्ञात हुए थे उन सब को आणविक-सूत्र $C_k(H_2O)_x$ (जिसमें 'क' और 'ख' ३ से ऊपर कोई भी संख्या हो सकती है) द्वारा व्यक्त किया जा सकता था। इस कारण यह समझा गया कि ये सब पदार्थ एक प्रकार से कार्बन के हाइड्रेट हैं, अर्थात् इनमें हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का परस्पर वही अनुपात है जो पानी में रहता है। इसी आधार पर इस पूरे समूह का नाम कार्बोहाइड्रेट रखा गया, किन्तु अब कुछ ऐसे भी कार्बोहाइड्रेट

ज्ञात है जिनमें हाइड्रोजन और आक्सीजन का अनुपात वही नहीं है जो पानी में है। उदाहरणार्थ, रैमनोस (rhamnose) शर्करा का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_5$ है। इसके साथ ही अनेक ऐसे पदार्थ ज्ञात हैं जो कार्बन, हाइड्रोजन और आक्सीजन के योगिक हैं और जिनके अणु में हाइड्रोजन और आक्सीजन का अनुपात वही है जो पानी में है, किन्तु फिर भी अपने गुणों की भिन्नता के कारण ये पदार्थ कार्बोहाइड्रेट वर्ग में सम्मिलित नहीं किये जा सकते। ऐसे पदार्थों में ऐमीटिक अम्ल ($C_2H_4O_2$), लैक्टिक अम्ल ($C_3H_6O_3$) तथा फॉर्मेलडीहाइड (CH_2O) आदि हैं। अतः कार्बोहाइड्रेट शब्द अब उस अर्थ में प्रयुक्त नहीं किया जाता जिस अर्थ में यह आरम्भ में इस वर्ग के पदार्थों के लिए किया गया था। यह अब केवल उन समस्त पदार्थों के लिए, जो या तो स्वयं बहुहाइड्राक्सी ऐल्डीहाइड (polyhydroxy aldehydes), या बहुहाइड्राक्सी कीटोन (polyhydroxy ketones) के गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, या जल-विश्लेषित होने पर ऐसे योगिक उत्पन्न करते हैं जो बहुहाइड्राक्सी ऐल्डीहाइड या बहुहाइड्राक्सी कीटोन के गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, प्रयुक्त होता है।

कार्बोहाइड्रेट वर्ग में निम्नलिखित मुख्य योगिक सम्मिलित हैं—

(१) शर्कराएँ—इक्षुशर्करा (cane sugar), द्राक्षशर्करा (ग्लूकोस, glucose), दुग्धशर्करा (लैक्टोस, milk sugar), यवशर्करा (माल्टोस, maltose) आदि शर्कराएँ। ये पानी में विलेय तथा स्वाद में मीठी और मणिभीय होती हैं और अधिकतर फलों तथा वृक्षों के तनों में पायी जाती हैं। हमारे भोजन में ये मूल्यवान् अश के रूप में विद्यमान रहती हैं।

(२) स्टार्च—ये वनस्पति जगत् में प्रचुर मात्रा में फैले हुए हैं और भोजन के आवश्यक पदार्थ हैं। चावल, गेहूँ, मक्का, आलू आदि में ये मुख्य रूप से पाये जाते हैं। ये सफेद अमणिभीय ठोस हैं और पानी में अविलेय हैं।

(३) सेल्यूलोस—पौधों की कोशिका भित्ति (cell walls) तथा पौधों को आधार प्रदान करने वाले विभिन्न ऊतक (tissue) सेल्यूलोस के बने होते हैं। रुई तथा लकड़ी मुख्यतः सेल्यूलोस से बने पदार्थ हैं। रुई लगभग शुद्ध सेल्यूलोस है।

यह भी अमणिभीय ठोस है और पानी में अविलेय है।

कार्बोहाइड्रेट का वर्गीकरण

कार्बोहाइड्रेट समूह निम्न तीन कक्षाओं में विभक्त किया गया है। यह विभाजन इनके जलविश्लेषण से प्राप्त होने वाले पदार्थों के आधार पर किया गया है।

(१) एकसंकराइड या मॉनोसंकराइड (Monosaccharides)—ये सरलतम

कार्बोहाइड्रेट हैं। इस कक्षा में वे सब सरल शर्कराएँ सम्मिलित हैं जो जल-विश्लेषित नहीं होती और जो बहुहाइड्राक्सी ऐल्डीहाइड अथवा बहुहाइड्राक्सी कीटोन (polyhydroxy aldehydes or polyhydroxy ketones) की भाँति के गुणधर्म प्रदर्शित करती हैं। तीन से नौ कार्बन परमाणु तक के मॉनोसैकराइड ज्ञात हैं। ये सब मणिभीय ठोस हैं और पानी में शीघ्र विलेय हैं तथा स्वाद में मीठे हैं। ग्लूकोस, फ्रुक्टोस, गैलेक्टोस, ऐराबिनोस (arabinose) आदि इस कक्षा के उदाहरण हैं।

मॉनोसैकराइड के पुनः दो विभाग किये गये हैं—ऐल्डोस (aldose) और कीटोस (ketose)। जो मॉनोसैकराइड बहुहाइड्राक्सी ऐल्डीहाइड के गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं उन्हें ऐल्डोस और जो बहुहाइड्राक्सी कीटोन के गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं उन्हें कीटोस के अन्तर्गत रखा जाता है। ऐल्डोस और कीटोस शर्कराओं का नामकरण उनके अणु में विद्यमान आक्सीजन परमाणु की संख्या के अनुसार किया जाता है। यदि आक्सीजन के तीन परमाणु मॉनोसैकराइड के एक अणु में हैं तो इसे ट्राइ-ओस, यदि चार हैं तो टेट्रोस, यदि पाँच हैं तो पेंटोस, यदि छ हैं तो हेक्सोस आदि नाम दिया जाता है —

ट्राइओस	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHO} \\ \text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \text{ऐल्डोस} \\ \text{कीटोस} \end{array} \right)$
टेट्रोस	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \cdot (\text{CHOH})_2 \cdot \text{CHO} \\ \text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \text{ऐल्डोस} \\ \text{कीटोस} \end{array} \right)$
पेंटोस	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \cdot (\text{CHOH})_3 \cdot \text{CHO} \\ \text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot (\text{CHOH})_2 \cdot \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \text{ऐल्डोस} \\ \text{कीटोस} \end{array} \right)$
हेक्सोस	$\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \cdot (\text{CHOH})_4 \cdot \text{CHO} \\ \text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CO} \cdot (\text{CHOH})_3 \cdot \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \right.$	$\left(\begin{array}{l} \text{ऐल्डोस} \\ \text{कीटोस} \end{array} \right)$

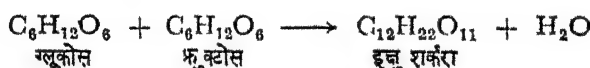
केवल पेंटोस (pentoses) और हेक्सोस (hexoses) प्रकृति में पाये जाते हैं। अन्य मॉनोसैकराइड प्रसिद्ध कार्बनिक रसायनज्ञ एमिल फिशर (Emil Fischer) द्वारा सश्लेषण की विधि से प्राप्त किये गये थे।

हेक्सोस शर्कराओं में ग्लूकोस, फ्रुक्टोस और गैलेक्टोस बहुत समय से ज्ञात हैं। अन्य हेक्सोस शर्कराएँ एमिल फिशर द्वारा सश्लेषण से ज्ञात की गयी थीं।

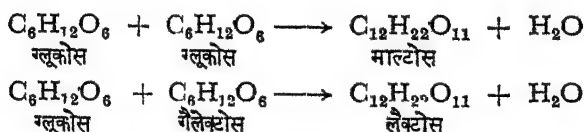
कीटो-ट्राइओस के अतिरिक्त अन्य सब मॉनोसैकराइडों में एक या अधिक असम-मित कार्बन परमाणु (asymmetric carbon atom) मौजूद रहता है, अतः ये प्रकाश-सक्रिय (optically active) होते हैं और इनमें प्रकाश के घटन-तल (plane

of polarized light) को घुमाने का गुण होता है। उदाहरणार्थ, ऐन्डोहेक्साग के अणु मे चार असममित कार्बन परमाणु रहते हैं, अतः यह १६ प्रकाश-सक्रिय समावयवी रूपों मे पाया जाता है जिनमे से ८ दक्षिणावर्ती (dextrorotatory) और ८ वामावर्ती (laevorotatory) होते हैं।

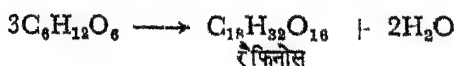
(२) लघुसैकराइड या ऑलिगोसैकराइड (Oligosaccharides)—इस कक्षा मे वे शर्कराएँ सम्मिलित हैं जो मॉनोसैकराइड अणुओं की एक निश्चित संख्या के परस्पर संघनित होने से बनी हैं। इस संघनन मे जितने मॉनोसैकराइड अणु संघनित होते हैं उससे सदा एक अणु कम पानी के अणु पृथक् होते हैं। उदाहरणार्थ, यदि किसी ऑलिगोसैकराइड के बनने मे दो अणु मॉनोसैकराइड संघनित होते हैं तो एक अणु पानी पृथक् होता है, यदि तीन अणु मॉनोसैकराइड संघनित होते हैं तो दो अणु पानी पृथक् होता है। संघनित हुए मॉनोसैकराइड अणुओं की संख्या के अनुसार इनका विभाजन पुनः डाइ, ट्राइ, टेट्रासैकराइड आदि मे किया जाता है। उदाहरणार्थ, सुक्रोस या इक्षुशर्करा एक द्विसैकराइड (डाइसैकराइड, disaccharide) है क्योंकि यह मॉनोसैकराइड के दो अणुओं—एक अणु फ्रुक्टोस और एक अणु ग्लूकोस—के संघनित होने से बना पदार्थ है—



माल्टोस (maltose) तथा लैक्टोस (lactose) भी डाइसैकराइड हैं। माल्टोस दो ग्लूकोस अणुओं के संघनित होने से तथा लैक्टोस एक अणु ग्लूकोस और एक अणु गैलेक्टोस के संघनित होने से बने हैं—



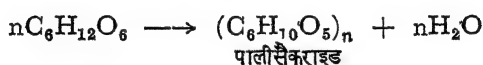
रैफिनोस (raffinose) एक ट्राइसैकराइड है। इसके बनने मे तीन मॉनो-सैकराइड अणु संघनित होते हैं और दो अणु पानी निकालते हैं:—



ऑलिगोसैकराइड तनु खनिज अम्लों द्वारा शीघ्र जल-विश्लेषित हो जाते हैं और उन मॉनोसैकराइड को उत्पन्न करते हैं जिनके संघनित होने से ये बने हैं। अधिकांश

ज्ञात ऑल्लिगोसैकराइड मणिभीय ठोस है और पानी में विलेय है तथा स्वाद में मीठा है।

(३) बहुसैकराइड या पालीसैकराइड (Polysaccharides)—ये भी मॉनो-सैकराइड अणुओं के सघनन से बने कार्बोहाइड्रेट हैं, किन्तु इनके एक अणु के बनने में मॉनोसैकराइड के असंख्य अणु सघनित होते हैं, और इनकी संख्या ठीक से ज्ञात नहीं रहती। अतः ये बहुत सकीर्ण कार्बोहाइड्रेट हैं। इनका अणुभार बहुत अधिक होता है और ठीक से ज्ञात नहीं है। इनके बनने में यदि मॉनोसैकराइड के n अणु सघनित होते हैं तो n अणु पानी निकलता है—



ये अमणिभीय ठोस पदार्थ हैं और साधारणतः पानी में अविलेय होते हैं। आण-विक सकीर्णता के घटने पर विलेयता में वृद्धि होती है। इनमें शर्कराओं की भाँति कोई मीठा स्वाद नहीं होता। तनु खनिज अम्लों के साथ उबालने पर ये जल-विश्लेषित हो जाते हैं और पूर्ण जल-विश्लेषित होने पर मॉनोसैकराइड उत्पन्न करते हैं, किन्तु इनका जल-विश्लेषण ऑल्लिगोसैकराइड की अपेक्षा कठिनता से होता है।

स्टार्च, सेल्यूलोस, ग्लाइकोजेन (glycogen), डेक्सट्रिन आदि इस कक्षा के पदार्थ हैं।

इतिहास और महत्त्व

कार्बोहाइड्रेट वर्ग के पदार्थों की सर्वप्रथम जानकारी मनुष्य ने कब प्राप्त की, यह ठीक से ज्ञात नहीं है, किन्तु इतना स्पष्ट है कि इस वर्ग के पदार्थों में सर्वप्रथम इक्षुशर्करा का ज्ञान मनुष्य को हुआ होगा। इतिहासज्ञों का यह मत है कि ईख की जन्मभूमि भारतवर्ष है, और ईसा के लगभग ४०० वर्ष पूर्व बौद्धकाल में उत्तरी भारतवर्ष में ईख की खेती होती थी। आरम्भ में कई शताब्दियों तक ईख सम्भवतः मुख्य रूप से चूसने के काम में आती थी, तथा इसका रस पीने के काम में लाया जाता था। बौद्धकाल में भारतवर्ष और चीन का परस्पर घनिष्ठ सम्पर्क था। ऐसा विश्वास किया जाता है कि भारतवर्ष से ही ईख चीन में पहुँची और ईसवी सन् के आरम्भ में यह अरब के व्यापारियों द्वारा भारतवर्ष से यूरोप ले जायी गयी।

ईख के रस से गुड के बनाये जाने की चर्चा हमारे प्राचीन 'ग्रंथों' में है, किन्तु ऐसा ज्ञान पड़ता है कि चीनी का बनाना हम लोगो ने विदेशियों से सीखा। ईसवी सन् की

नवी तथा दसवी शताब्दी में मिस्र में व्यापारिक रूप से चीनी बनाने का कार्य होता था।

यद्यपि स्टार्च का भोजन के रूप में मनुष्य के जीवन में बहुत घनिष्ठ सम्बन्ध आदि काल से रहा है, फिर भी यह कह सकना कि पृथक् र्योगिक के रूप में इसकी जानकारी सर्वप्रथम कब हुई बड़ा कठिन है। किन्तु इतना निश्चित है कि सर्वप्रथम प्राप्ता किया गया स्टार्च गेहूँ के आटे से बनाया गया था और ग्रीक निवासियों ने इसे ऐमिलम (amylum) नाम दिया था। ऐमिलम ग्रीक भाषा का शब्द है और आज भी स्टार्च के लिए प्रयुक्त होता है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि स्टार्च किसी न किसी रूप में मिस्र में लगभग ३५०० वर्ष पूर्व ज्ञात था, क्योंकि उग समय के कुछ कागज-पत्रों में स्टार्च की लेई का उपयोग स्पष्ट जान पड़ता है। ग्रीक इतिहासज्ञ डाइऑस्कुरिडीज (Dioscorides, २०० ईसवी पूर्व) ने लिखा है कि सबसे अच्छी जाति का स्टार्च ईजिप्ट के गेहूँ से प्राप्त होता है। इसने इसके बनाने की विधि भी लिखी है। दूसरे इतिहासकार प्लाइनी (Pliny) ने भी लिखा है कि ईसा के लगभग १३० वर्ष पूर्व कागज की सतह के सज्जीकरण (sizing) के लिए स्टार्च का उपयोग ईजिप्ट में होता था। जे० वाइसनर (J. Wiesner) ने यूरोप तथा एशिया के विभिन्न देशों के प्राचीन समय के कागजों के नमूना की परीक्षा की और इस परीक्षण के फलस्वरूप यह निष्कर्ष निकाला कि आठवी शताब्दी के पहले कागज बनाने में स्टार्च का उपयोग व्यापक रूप में होता रहा हो ऐसा नहीं जान पड़ता, किन्तु आठवी और तेरहवी शताब्दी के मध्य काल में कागज के सज्जीकरण के लिए स्टार्च का बहुत उपयोग होता था, यह निश्चित है। उसके बाद कागज-उद्योग में स्टार्च का उपयोग बढ़ हो गया और पुन वर्तमान शताब्दी में आरम्भ हुआ।

प्राचीन ग्रन्थों से ऐसा जान पड़ता है कि वस्त्रों पर कलफ करने के लिए स्टार्च का उपयोग संभवतः चौदहवी शताब्दी में आरम्भ हुआ। इससे पूर्व किसी भी देश में इस कार्य के लिए स्टार्च के उपयोग का प्रमाण नहीं मिलता। इंग्लैंड में रानी एलिजाबेथ के शासनकाल में सफेद तथा विभिन्न रंग मिश्रित स्टार्च बालों में लगाने के काम में आते थे। उन्नीसवी शताब्दी के आरम्भ के कुछ वर्षों तक स्टार्च का मुख्य उपयोग बालों तथा चेहरे के लिए प्रसाधन के अर्थ में ही होता था और कागज के सज्जीकरण तथा वस्त्रों पर कलफ करने में कम होता था। इसके बाद से स्टार्च का उपयोग विभिन्न प्रकार के कामों में बढ़ने लगा।

स्टार्च का व्यापारिक रूप में बनाना एक प्रकार से सन् १६२२ ईसवी में आरम्भ

हुआ। इसी वर्ष इंग्लैण्ड में एक फैक्टरी ने इसके बनाने की विधि का पेटेंट शासन से प्राप्त कर स्टार्च का व्यापारिक मात्रा में बनाना आरम्भ किया। इसके बाद स्टार्च बनाने की विभिन्न विधियों का पेटेंट समय-समय पर विभिन्न देशों में हुआ और स्टार्च बनाने के व्यापार में उत्तरोत्तर वृद्धि होती गयी।

जीवाणु-विज्ञान के जन्मदाता ल्यूवेनहुक^१ (Leeuwenhoek) ने सर्वप्रथम स्टार्च की परीक्षा सूक्ष्मदर्शी द्वारा सन् १७१९ में की और इसके कणों के आकार पर प्रकाश डाला। ल्यूवेनहुक ने ही सर्वप्रथम स्टार्चकणों के पानी सोखने तथा पानी में फूलने के गुण की भी जानकारी प्राप्त की। धीरे-धीरे स्टार्च के विभिन्न गुण-धर्मों का विस्तृत अध्ययन रसायनज्ञों ने किया और इन गुणों के आधार पर स्टार्च के विभिन्न उपयोग ज्ञात किये।

वर्तमान युग में स्टार्च एक महत्त्व का यौगिक है और अनेकों उद्योग इस पर निर्भर करते हैं। ऐलकोहल, जो अनेक उद्योगों का आधारभूत पदार्थ है, मुख्य रूप से स्टार्च के किण्वन (fermentation) से प्राप्त किया जाता है। ग्लूकोस का व्यापारिक मात्रा में उत्पादन स्टार्च से ही किया जाता है। इसके अतिरिक्त बहुत-से औद्योगिक पदार्थों का स्रोत भी स्टार्च है, जैसे डेक्सट्रिन, माल्टोस आदि। विभिन्न रासायनिक पदार्थों के प्राप्त करने के लिए स्टार्च का उपयोग होने के अतिरिक्त स्टार्च का स्वयं भी सीधे उपयोग विभिन्न कामों में होता है। पाउडर तथा अन्य प्रसाधन सामग्री तैयार करने में स्टार्च का उपयोग होता है। वस्त्रों पर कलफ करने, कागज को रध्रहीन बनाने तथा सज्जीकरण करने में भी स्टार्च का उपयोग आजकल बड़ी मात्रा में होता है।

भारतवर्ष में स्टार्च का व्यवसाय

औद्योगिक महत्त्व के कारण स्टार्च का उत्पादन आज बड़ी मात्रा में हो रहा है। स्टार्च बनाने के लिए विभिन्न देशों में विभिन्न पदार्थ उपयोग में लाये जाते हैं। हमारे देश में स्टार्च मुख्य रूप से मकई से प्राप्त किया जाता है। निम्न मुख्य कारखाने इस समय हमारे देश में स्टार्च बनाने का काम कर रहे हैं—

- (१) ग्वालियर मेज प्रोडक्ट्स लिमिटेड, ग्वालियर
- (२) पर्ल प्रोडक्ट्स लिमिटेड, कानपुर (उत्तर प्रदेश)
- (३) एनिल स्टार्च प्रोडक्ट्स लिमिटेड, अहमदाबाद (गुजरात)
- (४) सुखजीत स्टार्च ऐण्ड केमिकल्स लिमिटेड, फगवाड़ा (पंजाब)

(५) मेज प्रोडक्ट्स कठवाडा, अहमदाबाद

(६) हैदराबाद कस्ट्रक्शन कम्पनी लिमिटेड (स्टार्च प्रोडक्ट्स फैक्टरी विभाग),
हैदराबाद

(७) लक्ष्मी स्टार्च फैक्टरी लिमिटेड, कुडरा (Kundara) [केरल राज्य]

(८) भारत स्टार्च ऐंड केमिकल्स लिमिटेड, यमुनानगर, (अम्बाला) [पंजाब]

इन फैक्टरियो मे मर्कई से स्टार्च निकालने के बाद जो आमज्जक द्राव (steep liquor) बचता है उसे "मर्कई का आमज्जक द्राव" (corn steep liquor) कहते है। यह स्टार्च फैक्टरियो के लिए वर्ज्य पदार्थ (waste product) है। पूना के निकट पिम्परी (Pimpri) मे जो पेनिसिलिन बनाने की फैक्टरी है वहाँ इस वर्ज्य पदार्थ का उपयोग पेनिसिलिन फफूँदों को उगाने के लिए भोजन-द्रव के रूप मे होता है। इस आमज्जक द्राव मे मर्कई के पौष्टिक भोजन तत्त्व—प्रोटीन, वसा लवण आदि—विद्यमान रहते है। इसका उपयोग अन्य अणुजीवो के उगाने मे भी किया जा सकता है।

निर्देश

1. Plinius Secundus, *Gauis Naturalis Historia*
2. J Weisner, *Papierfabri.*, 1911, 886.
3. A. Van Leeuwenhocck, 'Epistolae Physiologicae super compluribus Naturae Arcanus', *Epistolae* 26, 1719.

किण्वन और एंजाइम

पौधों के बीजों तथा विभिन्न अन्य भागों से स्टार्च पृथक् करने में तथा स्टार्च से विभिन्न प्रकार के यौगिक बनाने में किण्वन (fermentation) और एंजाइम-क्रिया (enzyme action) का बड़ा महत्त्व है। अतः स्टार्च बनाने की विधियों का वर्णन करने के पूर्व यह बतलाना आवश्यक है कि किण्वन और किण्वन को उत्प्रेरित करने वाले एंजाइम क्या हैं और इनकी क्रिया कैसे होती है।

किण्वन

वायु में कुछ समय तक रखा रहने पर दूध तथा गुंथा आटा खट्टा हो जाता है। इसी प्रकार यदि चीनी के शर्बत को हम वायु में रखा रहने देते हैं तो २४ घंटों के भीतर ही यह भी खट्टा हो जाता है। इस प्रकार के अनेक परिवर्तनों का परिचय हमें अपने प्रतिदिन के जीवन में प्राप्त होता है जिनमें भोजन पदार्थ वायु में रखा रहने पर या तो खट्टा हो जाता है या उसके स्वाद में कोई परिवर्तन हो जाता है। स्पष्ट है कि रखे रहने पर इन सब पदार्थों में कोई रासायनिक क्रिया होती है जिसके फलस्वरूप कोई नया पदार्थ उत्पन्न होता है और इस नये पदार्थ के बनने के कारण ही पदार्थ के स्वाद में अन्तर आ जाता है। इस प्रकार के अनेक रासायनिक परिवर्तनों का ज्ञान, जो वायु में आपसे आप होते हैं, हमें बहुत प्राचीन काल से रहा है। दूध से दही का बनना, गुड़ या शक्कर के शर्बत से शराब तथा सिरका का बनना सब इसी प्रकार के परिवर्तन हैं। यद्यपि इन परिवर्तनों की जानकारी हमें बहुत प्राचीन काल से रही है पर जब तक इनके रासायनिक रूप और प्रक्रम पर प्रकाश नहीं डाला जा सका था तब तक इनके महत्त्व का ज्ञान हमें नहीं था। पिछले लगभग ७० वर्षों के भीतर रसायनज्ञों ने इस दिशा में अभूतपूर्व खोजें की हैं जिनसे हमें ज्ञात हुआ है कि ये क्रियाएँ प्रकृति में व्यापक रूप से होती हैं और जीव-जगत् की समस्त क्रियाओं की मूलभूत क्रियाएँ हैं। जीव-जगत् की लीलाएँ इन्हीं क्रियाओं पर आधारित हैं।

कार्बनिक पदार्थों पर होने वाली इन विघटन क्रियाओं को प्राचीन काल में किण्वन

नाम दिया गया था और यही नाम अब भी प्रचलित है। ये क्रियाएँ या तो अणुजीवों (micro-organisms) की उपस्थिति में होती हैं या अणुजीवों द्वारा उत्पन्न कुछ विशेष सकीर्ण नाइट्रोजन-युक्त पदार्थों की उपस्थिति में। इस प्रकार किण्वन की परिभाषा निम्न भाँति की जाती है—

“अणुजीवों या अणुजीवों द्वारा उत्पन्न कुछ विशेष प्रकार के गवीर्य नाइट्रोजन-युक्त पदार्थों द्वारा कार्बनिक पदार्थों के धीमी गति में विच्छेदन होने की क्रिया को किण्वन (fermentation) कहते हैं।” किण्वन में सामान्य रूप में कोई गैस (अधिकतर कार्बन डाइऑक्साइड) निकलती है और ऊष्मा उत्पन्न होती है। वे अणुजीव तथा वे सकीर्ण नाइट्रोजन-युक्त पदार्थ जो किण्वन-क्रिया को सम्पादित करते हैं किण्व या फर्मेंट (ferment) कहलाते हैं।

एजाइम

आरम्भ में यह अनुमान किया गया था कि किण्वन-क्रियाएँ सम्भवतः आपसे आप होती हैं और इन्हें सम्पादित करने के लिए किसी प्रेरक की आवश्यकता नहीं होती, किन्तु यह धारणा शीघ्र ही गलत सिद्ध हो गयी। यह देखा गया कि यदि उम्र पदार्थ को जो रखने पर किण्वित होता है, आरम्भ में पर्याप्त ऊँचे ताप तक गरम कर अणुजीवरहित कर दिया जाय और ऐसे बर्तन में बंद कर रखा जाय कि उम्र में केवल शुद्ध वायु तो आ-जा सके किन्तु अणुजीव न जा सके, तो फिर इस पर किण्वन-क्रिया नहीं होती। अतः इससे यह सिद्ध हुआ कि इस क्रिया को प्रेरित करने वाली कोई वस्तु अवश्य है जो किण्वन होने वाले पदार्थ में वायु से पहुँच जाती है। सूक्ष्मदर्शी परीक्षण द्वारा अब हमें यह ज्ञात हो गया है कि प्रत्येक किण्वन-क्रिया में वायु से अणुजीव सम्बन्धित पदार्थ में पहुँचते हैं और किण्वन-क्रिया आरम्भ करते हैं। प्रत्येक प्रकार का किण्वन किसी विशेष अणुजीव द्वारा सम्पादित होता है। उदाहरणार्थ, शक्कर से किण्वन द्वारा ऐलकोहल का बनना यीस्ट (yeast) नामक अणुजीव द्वारा होता है। यीस्ट फफूंद वर्ग का एक निम्न पौधा है जो केवल एक कोशिका (cell) का बना होता है और सूक्ष्मदर्शी द्वारा ही देखा जा सकता है। अन्य जीवों की भाँति यीस्ट को भी अपने पोषण, वृद्धि तथा अन्य जीवन-क्रियाओं के लिए ऊर्जा प्राप्त करने के हेतु भोजन की आवश्यकता होती है। यह शर्करा पदार्थों पर जीवन व्यतीत करता है और शर्करा के विच्छेदन द्वारा अपनी आवश्यकता के लिए ऊर्जा प्राप्त करता है।

फ्रांस के प्रसिद्ध वैज्ञानिक लुई पास्चर (Louis Pasteur) ने किण्वन के

सम्बन्ध में बहुत सी खोजें कीं। पास्तूर का विश्वास था कि शर्करा का किण्वन मुख्य रूप से यीस्ट-कोशिकाओं की जीवन-क्रियाओं के कारण होता है, किन्तु जर्मन रसायनज्ञ लीबिग (Liebig) तथा उनके अनुयायियों का मत ठीक इसके विपरीत था। इनका मत था कि शर्करा का किण्वन यीस्ट की जीवन-क्रियाओं पर सीधे निर्भर नहीं करता, वरन् प्रधान रूप से यह एक रासायनिक क्रिया है जो किसी अजीवित रासायनिक पदार्थ द्वारा होती है। यह पदार्थ यीस्ट की कोशिकाओं के भीतर ही रहता है। इन दोनों मतों में कौन मत सत्य है, इस पर बहुत वर्षों तक विवाद चलता रहा। अन्त में एडुअर्ड बुकनर (Eduard Buchner) ने सन् १८९७ में अपने प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध किया कि लीबिग का मत ही ठीक है। बुकनर ने यीस्ट-कोशिकाओं को बालू और पानी के साथ बड़े दाब पर पीसा जिससे यीस्ट-कोशिकाएँ विच्छिन्न होकर मर जायें। इसे फिर छानकर उसने यीस्ट का एक स्वच्छ निष्कर्ष (extract) प्राप्त किया जिसमें कोई भी जीवित यीस्ट-कोशिका मौजूद नहीं थी। उसने देखा कि इस निष्कर्ष में शर्करा को किण्वित करने का गुण था। इस प्रकार यह स्पष्ट हो गया कि यीस्ट-कोशिकाओं में कुछ अजीवित पदार्थ रहते हैं जिनमें ही वास्तव में शर्करा को किण्वित करने का गुण होता है, यीस्ट के जीवन से किण्वन का कोई सीधा सम्बन्ध नहीं रहता। जीव-कोशिकाओं में रहने वाले ये रासायनिक पदार्थ जिनमें किण्वन करने का गुण होता है एंजाइम कहलाये। बुकनर के इस प्रयोग के बाद शीघ्र ही फिर यह सिद्ध हो गया कि समस्त प्रकार के किण्वन विभिन्न एंजाइमों द्वारा ही होते हैं जो अणु-जीवों में मौजूद रहते हैं और किण्वन-क्रियाओं का अणुजीवों की जीवन-क्रिया से कोई सीधा सम्बन्ध नहीं होता, केवल इतना ही सम्बन्ध होता है कि अणुजीव की कोशिकाएँ इन एंजाइमों को उत्पन्न करती हैं। प्रत्येक जीव की कोशिकाओं में एंजाइम अनिवार्य रूप से विद्यमान रहते हैं और जीव के भीतर होने वाली विभिन्न क्रियाएँ इन्हीं के द्वारा होती हैं। एंजाइमों का कार्य मुख्य रूप से उत्प्रेरक (catalyst) के रूप में होता है। इस कारण इन्हें प्रायः जीव-रासायनिक उत्प्रेरक (biochemical catalysts) भी कहते हैं।

उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त तक जीवों से सम्बन्धित कार्बनिक पदार्थों की संरचना का अच्छा ज्ञान वैज्ञानिकों ने प्राप्त कर लिया था और इस ज्ञान के आधार पर प्रसिद्ध कार्बनिक रसायनज्ञ एमिल फिशर ने यह मत प्रकट किया कि प्रत्येक एंजाइम का उसके द्वारा किण्वित होने वाले पदार्थों से कोई संरचना सम्बन्धी सम्बन्ध होता होगा। अतः कोई एक एंजाइम केवल उन्हीं पदार्थों को किण्वित करने की शक्ति रखेगा जिनसे उसका संरचना सम्बन्धी सम्बन्ध होगा। प्रयोगों द्वारा यह मत बहुत अंश तक ठीक सिद्ध

हुआ। यह देखा गया कि प्रत्येक एंजाइम का कार्य सीमित होता है। कोई एक विशेष एंजाइम केवल कुछ निश्चित पदार्थों पर ही क्रिया करता है, अन्य पदार्थों पर क्रिया नहीं करता। एंजाइम के कार्य की तुलना फिशर ने ताले और चाबी से की। जिस प्रकार किसी एक ताले की चाबी केवल अपने से सम्बन्धित ताले को खोल और बंद कर सकती है, अन्य तालों को नहीं, उसी प्रकार कोई एक एंजाइम केवल कुछ विशेष पदार्थ या पदार्थों पर ही क्रिया कर सकता है, अन्य पर नहीं। उदाहरणार्थ, यीस्ट में जाइमेस नामक एक एंजाइम रहता है। यह केवल ग्लूकोस और फ्रुक्टोस को ही विच्छेदित कर सकता है, इक्षुशर्करा को नहीं। इस प्रकार यह स्पष्ट हो गया कि प्रत्येक क्रिया से सम्बन्धित कोई पृथक् एंजाइम होता है। जीव-सृष्टि में असंख्य प्रकार का क्रियाएँ होती है। अतः स्पष्ट है कि इन असंख्य क्रियाओं को प्रेरित करने के लिए जीव-जगत् में असंख्य प्रकार के एंजाइम भी उपस्थित होंगे।

बहुत सी रासायनिक अभिक्रियाएँ (reactions) एंजाइमों द्वारा साधारण ताप पर शीघ्रता से होती है, किन्तु एंजाइमों की अनुपस्थिति में इन्हीं रासायनिक अभिक्रियाओं को सम्पादित करने के लिए क्रियाशील अभिकर्मकों (reagents) की तथा विशेष ऊँचे ताप और अन्य उपयुक्त अवस्थाओं की आवश्यकता पड़ती है। एंजाइम साधारणतः ऊष्मा के प्रति संवेदी (sensitive) होते हैं और अधिक ऊँचे या अधिक निम्न ताप पर अक्रिय (inactive) हो जाते हैं। ताप, सान्द्रता तथा अम्लीयता का एंजाइम की क्रिया में बड़ा महत्त्व है। इनकी अनुकूलतम (optimum) अवस्था रहने पर ही प्रत्येक एंजाइम की क्रियाशीलता सबसे अधिक तीव्र रहती है। साधारणतः एंजाइम की थोड़ी मात्रा ही सम्बन्धित पदार्थ की बड़ी मात्रा पर क्रिया करने में पर्याप्त होती है।

अधिकांश एंजाइमों की क्रिया का अनुकूलतम ताप ३७° से ० ग्रे० के आस-पास होता है, किन्तु कुछ एंजाइम ९०° से ० ग्रे० ताप तक भी थोड़ा क्रियाशील रहते हैं। अधिक ऊँचे ताप पर ये नष्ट हो जाते हैं। ताप द्वारा एक बार अक्रिय हो जाने के बाद ये पुनः ठंडा किये जाने पर सक्रिय नहीं होते।

हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता का भी एंजाइमों की सक्रियता पर बड़ा प्रभाव पड़ता है। विभिन्न एंजाइमों के लिए pH की अनुकूलतम दशा भिन्न होती है। कुछ खनिज लवणों की उपस्थिति भी, विशेष कर फास्फेट लवण, एंजाइमों को अधिक सक्रिय बनाने के लिए आवश्यक है।

एंजाइम की संरचना—एंजाइमों की संरचना और इनका रासायनिक रूप जानने के लिए यह आवश्यक था कि एंजाइम शुद्ध रूप में प्राप्त किये जायें। एंजाइमों को

शुद्ध रूप में प्राप्त करने का प्रयत्न सर्वप्रथम जर्मन रसायनज्ञ विल्स्टैटर (Willstätter) और उसके सहयोगियों ने सन् १९२२ और १९२८ के बीच में किया। सबसे पहला एंजाइम यूरेएस (urease) है जो सन् १९२६ में मणिभ के रूप में प्राप्त हुआ। इसके बाद धीरे-धीरे अन्य कई एंजाइम शुद्ध मणिभ के रूप में प्राप्त हुए। इस समय तक जितने भी एंजाइम शुद्ध रूप में प्राप्त हो सके हैं वे सब प्रोटीन हैं। अतः इस ज्ञान के आधार पर अब हम निश्चित रूप से यह कह सकते हैं कि समस्त एंजाइम प्रोटीन हैं। किन्तु सामान्य प्रोटीनों में एंजाइमों की भाँति किण्वन तथा अन्य रासायनिक क्रियाओं को उत्प्रेरित करने का गुण नहीं होता। अतः यदि हम यह जान सकें कि सामान्य प्रोटीन और एंजाइम में क्या भेद है तो एंजाइमों के रूप का हमें अच्छा ज्ञान हो जायगा। यह प्रश्न बड़ा कठिन है और इस सम्बन्ध में विभिन्न मत वैज्ञानिकों ने प्रस्तुत किये हैं, किन्तु अभी तक कोई एक मत एकदम सत्य प्रमाणित नहीं किया जा सका है। अधिकांश रसायनज्ञों का यह अनुमान है कि एंजाइम अणु केवल एक प्रोटीन अणु है, जिसमें कोई ऐसा स्थान होता है जहाँ पदार्थ को अधिशोषित करने का गुण होता है। अधिशोषित हो जाने पर उस स्थान पर पदार्थ की सान्द्रता बढ़ जाती है और फलस्वरूप इसमें रासायनिक क्रिया होती है। एंजाइम-अणु के इस स्थान को सक्रिय केन्द्र (active centre) नाम दिया गया है। सक्रिय केन्द्र की संरचना का क्या निर्दिष्ट रूप है और यहाँ अधिशोषण तथा उसके उपरान्त रासायनिक क्रिया किस प्रकार सम्पादित होती है, यह नहीं जाना जा सका है। केवल मात्र हम इतना ही कह सकते हैं कि सक्रिय केन्द्र प्रोटीन अणु का वह विशेष भाग है जिसमें किण्वन होने वाले पदार्थ से संयोग करने का गुण होता है और जिसके कारण पूरे अणु में एंजाइम के गुण रहते हैं। इस सक्रिय केन्द्र की संरचना पर ही एंजाइम की विशेष सक्रियता और गुण निर्भर करते हैं।

एंजाइमों का विश्लेषण कर यह जानने का प्रयत्न किया गया है कि उनमें संगठित ऐमिनो अम्ल अन्य प्रोटीनों में संगठित ऐमिनो अम्लों से क्या कुछ भिन्नता रखते हैं? इससे केवल यही ज्ञात हुआ है कि एंजाइम भी सामान्य अन्य प्रोटीनों की भाँति ही प्रोटीन हैं और परस्पर उसी प्रकार एक दूसरे से भिन्न हैं जैसे अन्य प्रोटीन। अतः एंजाइमों की संरचना में कोई विशेष ऐसे ऐमिनो अम्लों की उपस्थिति नहीं जान पड़ती जिनके कारण एंजाइमों में सक्रियता का होना कहा जा सके।

एंजाइमों का नामकरण और महत्व—एंजाइमों के नाम साधारणतः उनके कार्य के आधार पर रखे गये हैं। उदाहरणार्थ, यीस्ट में जाइमेस एंजाइम के अतिरिक्त दो अन्य एंजाइम रहते हैं। इनमें से एक एंजाइम में इक्षु-शर्करा को ग्लूकोस और फ्रुक्टोस

मे जल-विश्लेषित करने का गुण रहता है। इन्वु-शर्करा के इस जल-विश्लेषण को अग्रेजी में इन्वर्शन (inversion) कहते हैं। अतः इस क्रिया के आधार पर यीस्ट के इस एंजाइम को इन्वर्टेस (invertase) कहते हैं। यीस्ट का दूसरा एंजाइम माल्टोस शर्करा को ग्लूकोस में जल-विश्लेषित करता है। इस कारण इस एंजाइम का नाम माल्टेस (maltase) रखा गया है। इसी प्रकार जो एंजाइम स्टार्च को जल-विश्लेषित करते हैं उन्हें ऐमिलेस (amylase) कहते हैं, क्योंकि स्टार्च का नाम लैटिन भाषा में ऐमिलम (amylum) है। वह पदार्थ जिस पर एंजाइम क्रिया करता है उस एंजाइम का किण्वभोज (substrate) कहलाता है।

एंजाइमों का अध्ययन विशेष महत्त्व रखता है, क्योंकि जीवों की समस्त क्रियाएँ एंजाइम क्रियाएँ हैं। अतः वर्तमान समय में इनका अध्ययन बड़े व्यापक रूप से हो रहा है।

अधिकांश एंजाइम जल-विश्लेषक हैं, किन्तु कुछ आक्सीकारक तथा अवकारक भी हैं। विभिन्न उद्योगों में एंजाइमों का बड़ा महत्त्व है। लाइपेस (lipase) एंजाइम जो रेडी के बीज से प्राप्त किया जाता है जर्मनी में साबुन उद्योग में घसा का जल-विश्लेषण करने के लिए बहुत प्रयुक्त होता है। व्यापारिक मात्रा में ऐलकोहल तथा विभिन्न शराबों का बनाना यीस्ट के एंजाइमों द्वारा होता है। पनीर के उद्यम में तथा दूध से दही बनाने में रेनेट (rennet) नामक एंजाइम का, जो बछड़ों के आमाशय से निकाला जाता है, बहुत उपयोग होता है। डायस्टेस (diastase) एंजाइम, जो अकुरित जौ के दानों से प्राप्त होता है, सूती कपड़ों के कारखानों में रूई तथा सूत के स्टार्च को निकालने (destarching) के लिए उपयोग में आता है। ऐलकोहल से सिरका बनाने की क्रिया एक आक्सीकारक एंजाइम द्वारा होती है जो माइकोडेरमा ऐसीटी (mycoderma aceti) नामक फफूंद में रहता है।

जीवों के ऊपर विषों का घातक प्रभाव भी एंजाइमों से ही सम्बन्ध रखता है। ये पदार्थ एंजाइमों की क्रिया को अवरुद्ध कर देते हैं और इसी के फलस्वरूप जीव पर घातक प्रभाव पड़ता है। उदाहरणार्थ, सायनाइड लवणों से जीव की मृत्यु का कारण यह है कि ये लवण साइटोक्रोम आक्सिडेस (cytochrome oxidase) एंजाइम को अक्रिय कर इसकी क्रिया अवरुद्ध कर देते हैं। फलस्वरूप जीव के भीतर आक्सीकरण की क्रिया रुक जाती है और परिणाम-स्वरूप कुछ मिनटों में ही जीव की मृत्यु हो जाती है। ये विष एंजाइमों को किस प्रकार अक्रिय बनाते हैं यह अभी तक स्पष्ट नहीं हो सका है।

जीवों में एंजाइमों का बनना—प्रत्येक जीव में एंजाइमों का बनना एक सतत

होने वाली क्रिया है। जैसे-जैसे प्रकृति में जीवित पदार्थ की वृद्धि होती है उसी के अनुसार एजाइमों का बनना भी अधिक होता है। जो एजाइम विभिन्न क्रियाओं के फलस्वरूप नष्ट होते रहते हैं उनका स्थान लेने के लिए भी एजाइमों का सश्लेषण बराबर इतना होता रहता है कि प्रकृति में इनकी कमी कभी नहीं होने पाती। अतः एजाइमों का जीवों द्वारा सश्लेषण बहुत महत्व का है, और यदि यह न हो तो जीवन एक दिन समाप्त हो जाय। एजाइमों में प्रोटीन अणुओं के साथ विभिन्न अन्य पदार्थ भी संयुक्त रहते हैं। अतः प्रत्येक एजाइम के पूर्ण सश्लेषण में विशेष प्रोटीन का सश्लेषण तथा उस प्रोटीन से सम्बद्ध पदार्थ का सश्लेषण भी सम्मिलित है। एजाइमों की प्रोटीनों के साथ जो विभिन्न पदार्थ संयोजित रूप में रहते हैं वे प्रायः कुछ जीवों द्वारा सश्लेषित नहीं हो पाते और उस दशा में इन पदार्थों को उन जीवों को बाहर से प्राप्त करना आवश्यक होता है। उदाहरणार्थ, फ्लैविन (flavin), जो एक स्कीर्ण रासायनिक यौगिक है, जन्तुओं द्वारा सश्लेषित नहीं किया जा सकता। इसी कारण रीबोफ्लैविन (riboflavin) एक आवश्यक विटामिन है जो जन्तुओं को भोजन के रूप में मिलना चाहिए। यदि जन्तुओं को यह पदार्थ उनकी आवश्यकतानुसार नहीं मिल पाता तो उनके शरीर में फ्लैवोप्रोटीन एजाइम (जैसे जैन्थिन और D-ऐमिनो अम्ल आक्सीडेस) सश्लेषित नहीं हो पाता और फलस्वरूप इस एजाइम की कमी हो जाती है। इसी प्रकार जिन एजाइमों में कोई धातु-परमाणु प्रोटीन अणु के साथ बन्धित रहता है उनके सश्लेषण के लिए उन धातुओं का भी शरीर में रहना आवश्यक है और इसी कारण ये धातु स्वास्थ्य के लिए आवश्यक माने जाते हैं।

एजाइमों के सश्लेषण में मुख्य समस्या प्रोटीन के सश्लेषण की है। इस सम्बन्ध में यद्यपि बहुत अध्ययन हुआ है, पर अब भी इस दिशा में हमें विशेष सफलता नहीं प्राप्त हो सकी है। एजाइमों का सश्लेषण साधारणतः जीव-कोशिकाओं के भीतर होता है और कोशिकाओं के चारों ओर उपस्थित पदार्थों के सगठन तथा उनकी सान्द्रता द्वारा प्रभावित होता है। साधारण रीति से जन्तुओं में कोशिकाओं के चारों ओर के माध्यम का सगठन स्थायी रहता है और इसी कारण एक जन्तु के किसी भी अंग में उपस्थित एजाइम का प्रकार और उसकी मात्रा लगभग एक सी रहती है।

एजाइमों की उत्पत्ति—एजाइमों के अध्ययन से हमें यह निश्चित रूप से ज्ञात है कि एजाइम केवल जीवित पदार्थ द्वारा ही सश्लेषित किये जाते हैं। प्रत्येक नये एजाइम अणु का बनना पहले से उपस्थित एजाइमों पर निर्भर करता है। बिना

पूर्व एंजाइमों के नया एंजाइम संश्लेषित नहीं होता। अतः स्वाभाविक प्रश्न यह उठता है कि यदि पहले से बने एंजाइमों से ही नये एंजाइम बनते हैं तो सबसे पहला एंजाइम कैसे बना? यह प्रश्न सीधे जीवन की उत्पत्ति से सम्बन्ध रखता है। समस्त जीवित पदार्थों में एक ही प्रकार की असममित प्रणाली (asymmetric system) विद्यमान है, अतः इससे ऐसा अनुमान होता है कि सभी वर्तमान जीवित पदार्थों की उत्पत्ति समान अवस्था में तथा समान प्रकार से हुई होगी।

जीवन की उत्पत्ति के सम्बन्ध में केवल कल्पनाएँ ही की जा सकती हैं, कोई प्रायोगिक प्रमाण उपस्थित नहीं किया जा सका है। जीवन का आधार प्रोटीन है जो ऐमिनो अम्लों से बना है। आरम्भ में ये ऐमिनो अम्ल कैसे बने इसे समझने के लिए ऐसा अनुमान किया गया है कि उस समय वायुमंडल में आक्सिजन नहीं था। वायु केवल हाइड्रोजन, जलवाष्प, ऐमोनिया और हाइड्रोकार्बन गैसों का मिश्रण था। आकाश में उस समय तीव्रता से विजली उत्पन्न होती थी। संभवतः इस विद्युत के प्रभाव से इन पदार्थों पर परस्पर रासायनिक क्रिया हुई जिसके फलस्वरूप ऐमिनो अम्ल बने। ये ऐमिनो अम्ल फिर पानी में घुल कर विलयन के रूप में एकत्रित हुए। जब इन ऐमिनो अम्लों की सान्द्रता बहुत अधिक हो गयी तो ये परस्पर संघनित होकर प्रोटीन में परिणत हो गये। इस प्रकार बने प्रोटीन में फिर जीवन का वपन कैसे हुआ, यह प्रश्न अभी हमारे सामने है और इसका उत्तर नहीं दिया जा सका है।

एंजाइम-क्रिया का प्रक्रम—इस सम्बन्ध में कई मत समय-समय पर प्रस्तावित हुए हैं। इनमें से कुछ मुख्य मतों की चर्चा नीचे की जाती है:—

बेलिस का मत (Bayliss theory)—एंजाइम क्रिया के सम्बन्ध में सबसे पहला मत बेलिस^१ ने सन् १९०६ में प्रस्तुत किया। इस मत के अनुसार एंजाइम की सतह पर किण्वभोज (substrate) अधिशोषित होता है और फलस्वरूप किण्वभोज की सान्द्रता एंजाइम की सतह पर बढ़ जाती है। सान्द्रता की वृद्धि से किण्वभोज की सक्रिय समात्रा (active mass) में वृद्धि होती है और फलस्वरूप किण्वभोज में क्रिया होती है। इस सिद्धान्त के बाद ही यह कल्पना की गयी कि एंजाइम की सतह पर कोई सक्रिय केन्द्र होता है। प्रत्येक एंजाइम की किसी एक किण्वभोज के प्रति विशिष्टता का स्पष्टीकरण इस मत द्वारा नहीं हो सकता, अतः इस आधार पर यह त्रुटिपूर्ण है।

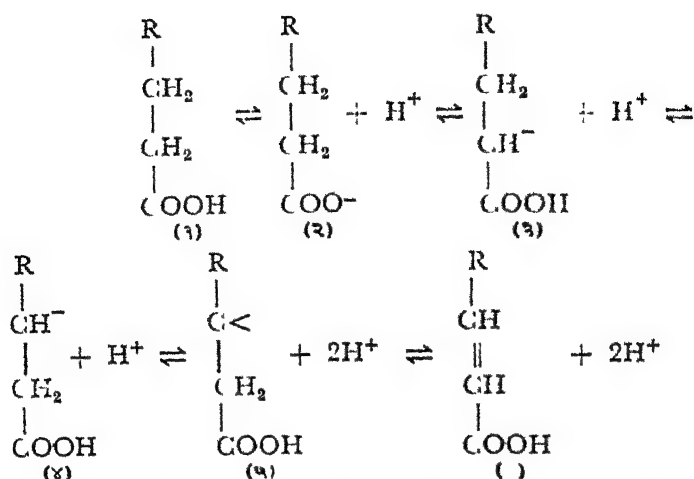
निष्पीडन सिद्धान्त (Strain theory)—यह सिद्धान्त वान यूलर^२ (Von Euler) ने प्रस्तावित किया है और विशेष रूप से जल-विश्लेषक एंजाइमों की क्रिया के लिए है। इसमें यह कल्पना की गयी है कि किण्वभोज का अणु एंजाइम से दो स्थानों पर

संयोग करता है। एजाइम के वे समूह जो संयोग करते हैं परस्पर कुछ दूरी पर स्थित माने जाते हैं और इस कारण जब ये किण्वभोज अणु के दो भागों (उदाहरणार्थ, क-ख) से संयोग करते हैं तो किण्वभोज अणु के इन दोनों भागों को बन्धित करने वाला बन्ध थोड़ा खिंचता है और इस खिंचाव के कारण यह बन्ध कमजोर हो जाता है। अतः इस बन्ध के स्थान पर अणु सरलता से विच्छेदित हो जाता है।

क्वास्टेल का डीहाइड्रोजिनेस एजाइम की क्रिया के सम्बन्ध का सिद्धान्त (Quastel's theory of dehydrogenase action)—क्वास्टेल^{५६} के अनुसार एजाइम की सतह पर एक विद्युत्-आवेश रहता है जिसके कारण एक स्थानीय विद्युत्-क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। यह विद्युत्-क्षेत्र किण्वभोज अणु का ध्रुवीयण (polarization) करता है। मान लीजिए, किसी किण्वभोज अणु में कोई आकार $-CH=CH-$ है जिस पर विद्युत्-क्षेत्र का प्रभाव पड़ रहा है और इसके कारण इलेक्ट्रॉन थोड़ा बायीं ओर विस्थापित हो गये हैं। ऐसी दशा में प्रोटॉन का विस्थापन भी साथ ही विपरीत दिशा की ओर होगा और यदि विद्युत्-क्षेत्र की तीव्रता पर्याप्त है तो यह प्रोटॉन पूर्ण रूप से बायीं ओर के कार्बन से दाहिनी ओर के कार्बन पर विस्थापित हुआ माना जा सकता है। अतः अब इसका आकार निम्न होगा $-\overset{\cdot}{C}-CH_2-$ । यह आकार सक्रिय होगा क्योंकि बायाँ कार्बन असंतृप्त है। यह अब सरलता से या तो दो हाइड्रोजन परमाणु से संयोग कर $-CH_2-CH_2-$ में या पानी के एक अणु से संयोग कर $-CHOH-CH_2-$ में परिवर्तित हो सकता है। इसी प्रकार यह अन्य अभिकर्मकों से भी संयोग कर सकता है।

क्वास्टेल के अनुसार किण्वभोज अणु के इन दो कार्बन परमाणुओं से संयुक्त समूहों का प्रभाव ध्रुवीयण पर पड़ता है। यदि कोई इलेक्ट्रॉन-आकर्षक समूह दाहिनी ओर के कार्बन से बन्धित है तो इसके प्रभाव से ध्रुवीयण कम होगा और फलस्वरूप एजाइम की क्रिया भी कम तीव्र होगी, किन्तु यदि इलेक्ट्रॉन-प्रतिकर्षक समूह दाहिने कार्बन से सम्बन्धित है तो ध्रुवीयण अधिक होगा और एजाइम क्रिया भी तीव्र होगी।

इस सिद्धान्त के अनुसार डीहाइड्रोजिनेस एजाइम की संतृप्त अम्लों की क्रिया का प्रक्रम निम्न अनुसार प्रदर्शित किया जा सकता है —



ऊपर के सूत्रों में सूत्र (५) सक्रिय रूप है। इस प्रकार ऊपर के प्रक्रम के अनुसार किण्वभोज के अणु में से दो हाइड्रोजन परमाणु पृथक् हो जाते हैं और अन्य किसी हाइड्रोजन स्वीकारक अणु का अवकरण करते हैं।

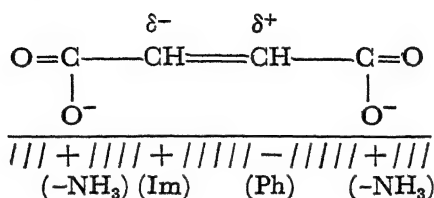
फ्यूमरेस एंजाइम की क्रिया का सिद्धान्त—फ्यूमरेस एंजाइम फ्यूमरिक अम्ल के द्विबन्ध को जलयोजित करता है और यह ऐसे एंजाइमों का एक अच्छा उदाहरण है जो योग-क्रियाओं को उत्प्रेरित करते हैं।

मैसी* (Massey) ने सन् १९५३ में इस एंजाइम की क्रिया की व्याख्या के लिए अपना सिद्धान्त प्रस्तावित किया। इसके अनुसार एंजाइम की सतह पर विरुद्ध आवेशात्मक समूह उपस्थित रहते हैं जो फ्यूमरेट के द्विबन्ध का ध्रुवीयण करते हैं। इस ध्रुवीयण के फलस्वरूप द्विबन्ध के कार्बन पानी के एक अणु से योजित हो जाते हैं।

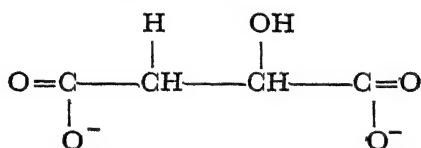
क्वास्टेल ने अपने सिद्धान्त में यह कल्पना की थी कि द्विबन्ध के कार्बनों द्वारा किण्वभोज का अणु एंजाइम से सम्बन्धित होता है, किन्तु यह ठीक नहीं जान पड़ता क्योंकि बहुत से द्विकार्बोक्सिल अम्ल जिनमें द्विबन्ध नहीं होता एंजाइम से संयोजित होते हैं। साथ ही यह भी देखा गया है कि ऐसे अणु जिनमें द्विबन्ध के साथ केवल एक ही कार्बोक्सिल समूह रहता है क्रिया नहीं करते। मैसी के मत से अनुसार किण्वभोज के दोनों कार्बोक्सिल समूह आयनित हो जाते हैं और फिर इन आयनित समूहों द्वारा किण्वभोज का अणु एंजाइम से संयुक्त हो जाता है।

विभिन्न हाइड्रोजन आयन सान्द्रता (pH) का एंजाइम की सक्रियता पर क्या प्रभाव पड़ता है, इसका अध्ययन मैसी ने किया है और उसके आधार पर यह निष्कर्ष

निकाला है कि एंजाइम के सक्रिय केन्द्र में एक भास्मिक तथा दूसरा आम्लिक समूह रहता है। एंजाइम का विघटन-स्थिराक लगभग हिस्टीडिन और टाइरोसिन के समान है। अतः अनुमान किया जाता है कि इनमें उपस्थित समूहों के विरुद्ध आवेश द्वारा ही सम्भवतः द्विबन्ध का ध्रुवीयण होता है और ध्रुवीयण के बाद किण्वभोज का अणु एंजाइम के अणु के समीप स्थित हो जाता है।

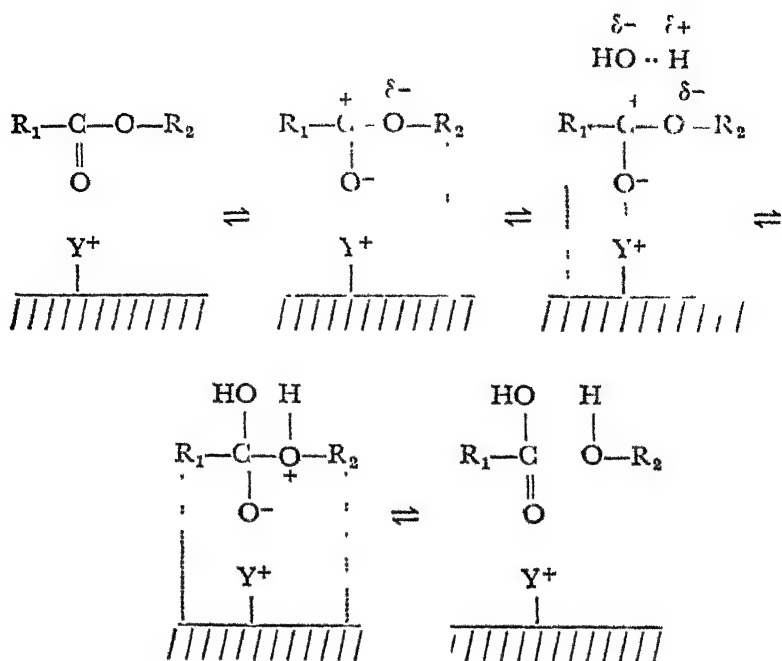


जलयोजित होने की क्रिया में पानी का हाइड्रोजन द्विबन्ध के बायें कार्बन से और हाइड्रॉक्सिल समूह दाहिने कार्बन से संयुक्त होगा।



जल-विश्लेषक एंजाइमों की क्रिया का प्रक्रम—इस सम्बन्ध में कई मत प्रस्तावित हुए हैं। हम यहाँ केवल दो प्रमुख मतों की चर्चा करेंगे।

(क) **टेलर का सिद्धान्त** (Taylor's Theory, 1938)—इस सिद्धान्त में यह माना गया है कि किण्वभोज के अणु के जल-विश्लेषण होने वाले बन्ध का ध्रुवीयण होता है। एंजाइम और किण्वभोज के अणु परस्पर संयोजकता बन्धों द्वारा संयोजित होते हैं जिसके कारण एक विद्युतीय निष्पीडन उत्पन्न होता है जो किण्वभोज के अणु के उस बन्ध को प्रभावित करता है जहाँ क्रिया होनी है। इस मत के अनुसार एस्टर के जल-विश्लेषण का प्रक्रम निम्न मानचित्रों द्वारा स्पष्ट किया गया है —

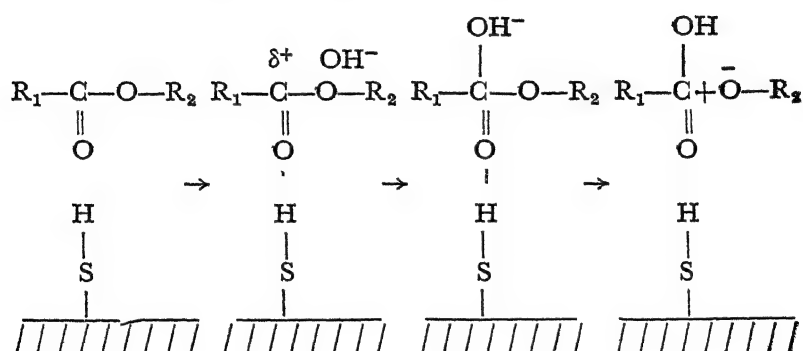


ऊपर के मानचित्रों में बिन्दुरेखाओं द्वारा एजाइम को एस्टर के आम्लिक तथा ऐलकोहली दोनों हाइड्रोकार्बन समूह से सम्बन्धित दिखलाया गया है। कार्बोनिल समूह के द्विबन्ध से इलेक्ट्रॉन आक्सीजन पर विस्थापित होता है जिसके कारण इस समूह का आक्सीजन ऋण-आवेशात्मक तथा कार्बन धन-आवेशात्मक हो जाता है। यह आक्सीजन एजाइम के धन-आवेशात्मक समूह से जो γ द्वारा प्रदर्शित किया गया है, संयोग करता है। ऐलकोहली कार्बन पर कार्बोनिल आक्सीजन के कारण ऋण आवेश उत्पन्न हो जाता है। अब इस ध्रुवीय बन्ध पर पानी का एक अणु योजित होता है जिसके फलस्वरूप एजाइम और किण्वभोज के अणु का एक सकीर्ण यौगिक बन जाता है। यह यौगिक फिर विच्छेदित होता है और इसके फलस्वरूप ऐलकोहल और अम्ल के अणु पृथक् हो जाते हैं।

इस सिद्धान्त में सबसे बड़ी त्रुटि यह है कि इसके द्वारा यह स्पष्ट नहीं होना कि ऐलकोहली आक्सीजन पर ऋण आवेश किस प्रकार से उत्पन्न होता है।

(ख) स्काट का सिद्धान्त—स्काट ने विशेष रूप से लाइपेस एजाइम की क्रिया के प्रक्रम के सम्बन्ध में अपना मत प्रस्तावित किया है।

लाइपेस में हाइड्रोजन सल्फाइड (-SH) समूह रहता है जो इलेक्ट्रान-आकर्षक समूह है। स्काट के मत के अनुसार एस्टर का ऋण-आवेशात्मक कार्बोनिल आक्सीजन एजाइम के इस समूह से हाइड्रोजन बन्ध द्वारा संयोजित होता है। इस संयोजन से कार्बोनिल के ऊपर इलेक्ट्रान का घनत्व घट जाता है और अब पानी से हाइड्रॉक्सिल आयन एस्टर समूह के कार्बन के समीप सरलता से पहुँच जाता है और फिर संयोजित हो जाता है। इस कार्बन और ऐलकोहली आक्सीजन के बीच का बन्ध फिर विच्छेदित हो जाता है और अम्ल तथा ऐलकोहल पृथक् प्राप्त हो जाते हैं। निम्न मानचित्र से पूरा प्रक्रम स्पष्ट हो जायगा —



ऊपर केवल कुछ मुख्य मतों की चर्चा की गयी है। इनके अतिरिक्त और भी कई मत प्रस्तावित हुए हैं, किन्तु कोई भी एकदम ठीक नहीं सिद्ध हुआ है। ये सभी मत अभी केवल कल्पना मात्र ही समझे जा सकते हैं। जब तक प्रयोगों के आधार पर किसी मत का प्रतिपादन नहीं हो जाता तब तक वह मान्य नहीं हो सकता।

निर्देश

- 1 *Fischer, E Ber dtisch Chem Ges* **27**, 2985 (1894).
- 2 *Sumner, J. B F biol Chem* **69**, 435 (1926)
- 3 *Bayliss, W M. 'The Nature of Enzyme Action' (4th Ed) (Longman's Green & Co., London) (1919)*
- 4 *Euler, H Von, Z physiol. Chem* **143**, 79 (1925).
- 5 *Quastel, J H. Biochem. F* **20**, 166 (1926)

6. Quastel, J. H , & Wooldridge, W R. *Biochem. F.* **21**, 1224 (1927).
7. Massey, V. *Biochem F* **55**, 172 (1953).
- 8 Taylor, D. B *Enzymologia* **2**, 310 (1938).
9. Scott, J. E *Nature, Lond* **172**, 777 (1953).

एमिलेस और उनका प्राप्त करना

जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं, वे एजाइम जो स्टार्च को जल-विश्लेषित कर सरल यौगिकों में परिवर्तित करते हैं एमिलेस कहलाते हैं। एमिलेस प्रकृति में व्यापक रूप से पाये जाते हैं। ये यीस्ट में तथा जन्तुओं के क्षुद्रान्त्र, पक्वाशय, रधिर, यकृत और पेशियों में थोड़ी मात्रा में रहते हैं। मनुष्य तथा कुछ अन्य जन्तुओं की अग्न्याशय ग्रन्थियों में ये पर्याप्त मात्रा में रहते हैं। सोयाबीन तथा गेहूँ और जौ आदि अनाज के बीजों में तथा विभिन्न पौधों के कंदों में भी ये पाये जाते हैं। कुछ पौधों की हरी पत्तियों में भी, जैसे प्याज की हरी पत्तियों में, ये रहते हैं। कुछ फफूँदों में एमिलेस बड़ी मात्रा में पाये जाते हैं और ये फफूँद एमिलेस प्राप्त करने के अच्छे स्रोत हैं।

सर्वप्रथम सन् १८१५ में किरचौफ (Kirchhoff) ने यह देखा कि माल्ट में स्टार्च को जल-विश्लेषित कर शर्करा में परिणत करने का गुण होता है। कुछ वर्षों बाद सन् १८३३ में पायेन और परसोज (Payen and Persoz) ने इस क्रिया का अधिक व्योरे से अध्ययन किया। इन्होंने ही माल्ट के इस क्रियाशील पदार्थ को डायस्टेस नाम भी दिया।

एमिलेस मुख्यतः दो प्रकार का होता है—एक डेक्सट्रिन-उत्पादक (dextrinogenie) और दूसरा शर्करा-उत्पादक (saccharogenic)। पहला एजाइम स्टार्च को मुख्य रूप से डेक्सट्रिन में तथा दूसरा एजाइम स्टार्च को मुख्य रूप से माल्टोस शर्करा में जल-विश्लेषित करता है। डेक्सट्रिन-उत्पादक एमिलेस को α -एमिलेस (एल्फा-एमिलेस) तथा शर्करा-उत्पादक को β -एमिलेस (बीटा-एमिलेस) भी कहते हैं। वर्तमान नामकरण की विधि में नाम के साथ एजाइम का स्रोत भी इंगित कर दिया जाता है। उदाहरणार्थ, जौ के माल्ट से प्राप्त α -एमिलेस को जौ-माल्ट- α -एमिलेस नाम से सूचित किया जाता है। जिन स्रोतों से केवल एक ही प्रकार का एमिलेस प्राप्त होता है उनके नाम में α - या β - लिखने की आवश्यकता नहीं समझी जाती। उदाहरणार्थ, जन्तुओं में तथा जीवाणुओं में α - प्रकार का एमिलेस ही मुख्य रूप से रहता है। अतः इनसे प्राप्त एमिलेस में केवल उस अंग या जीवाणु का नाम ही

इंगित किया जाता है जहाँ से एंजाइम प्राप्त किया गया है, जैसे अम्लशय ऐमिलेस, लार-ऐमिलेस आदि। α -ऐमिलेस की क्रिया में स्टार्च पहले विलेय रूप में परिणत होता है और फिर विघटित होता है। अतः इस एंजाइम को प्रायः द्रवीकारक एंजाइम भी कहते हैं। ऐसा अनुमान किया जाता है कि α -ऐमिलेस पहले स्टार्च अणु के समूहों को पृथक्-पृथक् अणु में अलग करता है और इसी कारण स्टार्च विलेय हो जाता है। बाद में एंजाइम इन अणुओं का विघटन करता है।

ऐमिलेस एंजाइमों का प्राप्त करना

स्टार्च के व्यवसाय में इन एंजाइमों का विशेष महत्त्व होना स्वाभाविक है। हम यहाँ इन्हें प्राप्त करने की विधियों का वर्णन करेंगे। ऐमिलेस एंजाइम मुख्यतः निम्न स्रोतों से प्राप्त किये जाते हैं:—

(१) ऊँचे पौधों से, जैसे गेहूँ, चावल आदि अन्न के बीजों तथा शकरकंद और सोयाबीन से,

(२) फफूँदों से,

(३) जन्तुओं के रसों से,

(४) जीवाणुओं से।

अन्न से ऐमिलेस प्राप्त करना—अंकुरित बीजों को माल्ट कहते हैं। अंकुरण की क्रिया में बीजों में एंजाइम उत्पन्न होते हैं, और ऐमिलेस एंजाइम प्राप्त करने के लिए माल्ट अच्छा स्रोत है। माल्ट से प्राप्त ऐमिलेस α -और β -ऐमिलेस का मिश्रण होता है। बिना अंकुरित जौ का दाना β -ऐमिलेस प्राप्त करने के लिए सबसे अच्छा स्रोत है। यह एंजाइम दाने के भ्रूणपोष (endosperm) के भाग में मुख्य रूप से रहता है। सोयाबीन तथा शकरकंद में भी यह एंजाइम अच्छी मात्रा में रहता है। अन्य अन्न के बीजों में β -ऐमिलेस या तो बहुत कम रहता है या बिल्कुल नहीं रहता। जौ, सोयाबीन तथा शकरकंद का जब अंकुरण आरम्भ होता है तब इनमें α -ऐमिलेस उत्पन्न होता है और भ्रूणपोष में एकत्रित होने लगता है। बिना अंकुरित जौ के दानों में एक अन्य ऐमिलेस एंजाइम भी रहता है जिसे ऐमिलोफास्फेटेस (amylolphosphatase) कहते हैं। यह स्टार्च को द्रव रूप में परिणत करता है। जौ में से इन्हें एल्यूमिना की सहायता से अधिशोषण द्वारा पृथक् किया जाता है।

डायस्टेस प्राप्त करने के लिए जौ के दानों को नियंत्रित ताप तथा नमी की अवस्था में अंकुरित करने के बाद सम्भाल कर निम्न ताप पर सुखाया जाता है। अंकुरण में तीन एंजाइम उत्पन्न होते हैं। एक एंजाइम साइटस (cytase) है जो सूखाने की

क्रिया में नष्ट हो जाता है, दूसरा एजाइम प्रोटीन पर क्रिया करने वाला एजाइम है और तीसरा एजाइम डायस्टेस है। डायस्टेस एक शुद्ध एजाइम नहीं है। यह कई एजाइमों का मिश्रण है। अकुरण के बाद दानों को सुखाने का ताप जितना कम रखा जाता है उतना ही अधिक डायस्टेस प्राप्त होता है।

सुखाने के बाद अकुरित दानों को पीस कर पानी के साथ मथा जाता है और फिर एक घंटे तक रखने के बाद छान लिया जाता है। छने द्रव को निर्वात में निम्न ताप पर वाष्पित कर एक चाशनी के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। इस चाशनी को माल्ट-निष्कर्ष (malt extract) कहते हैं। इसमें डेक्सट्रिन और शर्करा की थोड़ी मात्रा रहती है जो एजाइम के परिरक्षण (preservation) का कार्य करती है। इस माल्ट-निष्कर्ष का कपड़े, आसजक तथा भोजन व्यवसाय में बड़ा उपयोग है।

कुछ रसायनज्ञों ने विशेष रीति से अधिक सक्रिय माल्ट-निष्कर्ष बनाया है। उदाहरणार्थ, एच० सी० शर्मन और उनके सहयोगियों^१ (H C Sherman and Co-workers) ने एक ऐसा माल्ट-निष्कर्ष बनाया है जो दो प्रतिशत स्टार्च की लेई पर ४०° से० ग्रे० ताप पर क्रिया करने पर ३० मिनट में अपनी मात्रा के अनुपात से १०,००० गुना स्टार्च को माल्टोस में परिणत कर देता है।

एक ऐसा माल्ट-निष्कर्ष, जिसका विशिष्ट गुरुत्व १.२७ है, ऊपर बतलायी विधि द्वारा पहले प्राप्त किया जाता है। इसे फिर २४ घंटे तक पानी में अपोहित (dialyse) होने के लिए रख दिया जाता है। इसके बाद अपकेन्द्री (centrifugal) यन्त्र द्वारा इसमें उपस्थित ठोस द्रव्य को पृथक् कर लिया जाता है। अब जो द्रव बचता है उसे बर्फ में ठंडा करने के बाद उसमें प्रति १०० घ० से० आयतन द्रव के अनुपात से ४५ ग्राम ऐमोनियम सल्फेट घोल दिया जाता है। एक अवक्षेप उत्पन्न होता है जिसे अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा पृथक् कर ५०० घ० से० पानी में घोला जाता है और इस दियलिस को पानी में अपोहित होने के लिए २० घंटे तक रख दिया जाता है। इसके बाद दियलिस को जमा कर (हिमीकरण) सान्द्रित किया जाता है। फिर शुद्ध ऐल-कोहल का समान आयतन डालकर अवक्षेपित किया जाता है। जो अवक्षेप आता है उसे छान कर फेंक दिया जाता है। अब द्रव में ऐलकोहल की इतनी मात्रा और डाली जाती है कि द्रव में इसकी प्रतिशत मात्रा ६५ हो जाय। इस अवस्था में पुन एक अवक्षेप उत्पन्न होता है। इसे छान कर रख लिया जाता है। अन्त में शेष बचे द्रव में ईथर डाला जाता है। पुन. एक अवक्षेप प्राप्त होता है। इस अवक्षेप को भी ऊपर वाले अवक्षेप के साथ मिला दिया जाता है। एकत्र किये गये अवक्षेप को अब १५° से० ग्रे० के नीचे के ताप पर आंशिक निर्वात की अवस्था में सल्फ्यूरिक अम्ल के ऊपर

शोषित्र में अघरे में सुखाया जाता है। इस प्रकार जो एंजाइम प्राप्त होता है उसमें बहुत तीव्र β -एमिलेस सक्रियता होती है और α -एमिलेस सक्रियता केवल सूक्ष्म मात्रा में ही रहती है।

माल्ट से शुद्ध एंजाइम प्राप्त करना—माल्ट में उपस्थित विभिन्न एंजाइमों को पृथक् कर प्रत्येक को शुद्ध रूप में प्राप्त करने की कई विधियाँ हैं। α और β -एमिलेस विभिन्न अवस्थाओं में अक्रिय रूप में परिणत हो जाते हैं और विभिन्न पदार्थों द्वारा अधिशोषित किये जा सकते हैं। इनके इसगुण का लाभ इन्हें शुद्ध रूप में प्राप्त करने में लिया जाता है। माल्ट-निष्कर्ष को २० से० ग्रे० ताप और pH ४.२ पर रखने पर ४ घंटे के भीतर α -एमिलेस पूर्ण रूप में नष्ट हो जाता है, किन्तु β -एमिलेस नष्ट नहीं होता। इसी प्रकार माल्ट के उदासीन विलयन को ६० से० ग्रे० ताप पर एक घंटे तक गरम करने पर β -एमिलेस पूर्ण रूप में नष्ट हो जाता है।

माल्ट में से एंजाइमों को शुद्ध रूप में प्राप्त करने की कुछ विधियाँ नीचे दी जाती हैं—

(१) माल्ट विलयन का pH ३.८ करने के बाद इसे एक नली में भरे ऐल्यूमिना के भीतर से प्रवाहित किया जाता है। β -एमिलेस ही मुख्य रूप से ऐल्यूमिना पर अधिशोषित होता है और α -एमिलेस केवल सूक्ष्म मात्रा में ही अधिशोषित होता है। जो विलयन बचता है उसमें मुख्य रूप से α -एमिलेस रहता है। ऐल्यूमिना पर अधिशोषित β -एमिलेस को जलीय ऐलकोहल में घुला कर विलयन के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। α -एमिलेस को पृथक् प्राप्त करने के लिए एमिलेस मिश्रण को ४० प्रतिशत ऐलकोहल में घोल कर इस विलयन का pH ४.४ और ७.६ के बीच में किया जाता है। इसे फिर आलू या चावल के स्टार्च पर निम्न ताप पर प्रवाहित किया जाता है। α -एमिलेस अधिशोषित हो जाता है। स्टार्च को फिर ५० प्रतिशत ऐलकोहल में बने एक प्रतिशत माल्टोस के विलयन द्वारा घोलने से α -एमिलेस इस विलयन में घुलकर निकल आता है। इस विलयन में से फिर इसे पृथक् कर लिया जाता है।

(२) गेहूँ से β -एमिलेस जौ की अपेक्षा अधिक मात्रा में प्राप्त होता है। साधारण बिना अंकुरित गेहूँ के आटे को ५० प्रतिशत जलीय ऐलकोहल से निष्कर्षित किया जाता है। जो स्वच्छ निष्कर्ष प्राप्त होता है उसमें फिर इतना ऐलकोहल और डाला जाता है कि निष्कर्ष में ऐलकोहल ८० प्रतिशत हो जाय। ऐलकोहल की इतनी प्रतिशत मात्रा निष्कर्ष में होने पर एंजाइम अवक्षेप के रूप में पृथक् हो जाता है। इस अवक्षेप को अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा मातृ-द्राव से अलग कर लिया जाता है और फिर

पानी में घोल कर छान लिया जाता है। यह छाना स्वच्छ विलयन शुद्ध β -ऐमिलेस का विलयन होता है।

(३) सोयाबीन से β -ऐमिलेस निम्न प्रकार से प्राप्त किया जाता है —

सोयाबीन को पीसकर ऐसीटोन से उपचारित किया जाता है जिससे इसकी वसा ऐसीटोन में घुलकर निकल जाय। वसारहित सोयाबीन की ५०० ग्राम मात्रा में २ लिटर ५० प्रतिशत जलीय ऐलकोहल, जिसमें १ ग्राम सोडियम सल्फाइड घुला रहता है, डाला जाता है। pH ऐसीटिक अम्ल की सहायता से ६-७ के आस-पास रखा जाता है। इसे अब तीन घंटे तक कमरे के ताप पर रखा रहने दिया जाता है। बीच-बीच में इसे विलोडित करते रहते हैं। इसके बाद इसे चूषक पंप (suction pump) द्वारा छानते हैं और अवशेष को ५० प्रतिशत ऐलकोहल की ४०० घ० से० मात्रा द्वारा धोते हैं। धोवन को भी शुरू में छने द्रव में ही मिला लिया जाता है। इस प्रकार जो निष्कर्ष प्राप्त होता है उसे बर्फ में रख कर ०° से० ग्रे० तक ठंडा किया जाता है। फिर इसमें ऐलकोहल की १२०० घ० से० मात्रा धीरे-धीरे डाली जाती है। ऐलकोहल डालते समय निष्कर्ष को बराबर विलोडित करते रहते हैं। ऐलकोहल डाल चुकने के बाद इसे लगभग आधा घंटे तक शान्त रख दिया जाता है जिससे तलछट नीचे बैठ जाय। अब अधिपृष्ठ-द्रव को निथार कर फेंक दिया जाता है। एक गोद सा तलछट प्राप्त होता है। इस तलछट के ऊपर थोड़ा ऐसीटोन भर कर कुछ मिनट तक रखा रहने दिया जाता है और फिर ऐसीटोन को निथार कर अलग निकाल दिया जाता है। ऐसीटोन से इस भाँति कई बार धोया जाता है। अन्त में जब तलछट ऐसा हो जाता है कि स्पैचुला (spatula) से दबाने पर चूर हो जाय तो और धोना बन्द कर इसे चर्ण कर लिया जाता है और इसका ऐसीटोन निकाल कर इसे कैल्सियम क्लोराइड के ऊपर रिफ्रीजरेटर में रख दिया जाता है।

ऊपर की विधि द्वारा सोयाबीन से प्राप्त एजाइम बहुत सक्रिय होता है।

फफूंदों से ऐमिलेस प्राप्त करना—जापान में मोल्ड फफूंदों का उपयोग स्टार्च पदार्थों से ऐलकोहल बनाने में बहुत प्राचीन काल से होता रहा है। ऐस्परजिलस ओराइजी (*Aspergillus oryzae*) नामक फफूंद की जातियाँ कई एजाइम उत्पन्न करती हैं जिनमें से कुछ ये हैं—डायस्टेस, इन्वर्टेस, माल्टेस, ऐमिडेस तथा प्रोटियेस। इस फफूंद की कुछ जातियाँ किसी एक एजाइम को अधिक उत्पन्न करती हैं और कुछ दूसरी जातियाँ किसी दूसरे एजाइम को। अतः इच्छित एजाइम प्राप्त करने के लिए यह आवश्यक है कि फफूंद की वह जाति ली जाय जो उस एजाइम को अपेक्षाकृत अधिक मात्रा में उत्पन्न करती है। इस फफूंद का शुद्ध सवर्धन (कल्चर) बनाया जाता है। अब एक

अणुजीवरहित (sterilized) पोषक-माध्यम तैयार किया जाता है जिसमें गेहूँ का चोकर, मकई या राई का आटा तथा कुछ लवण रहते हैं। इस पोषक-माध्यम को एक बड़े गोलाकार घूमने वाले बर्तन में रख कर ताप 30° - 40° से 0° ग्रे और pH ४.० रखा जाता है। फिर फर्गुद के शुद्ध संवर्धन की सूक्ष्म मात्रा पोषक-माध्यम पर फैला दी जाती है। दो-तीन दिनों में फर्गुद पोषक-माध्यम में वृद्धि कर चारों ओर फैल जाता है और एंजाइम उत्पन्न करता है। जब फर्गुद की पर्याप्त वृद्धि हो चुकती है तब पोषक-माध्यम को पानी से निष्कर्षित किया जाता है। एंजाइम पानी में घुल कर निष्कर्ष के रूप में प्राप्त हो जाता है। इस निष्कर्ष को छान कर और इसमें कोई परिरक्षक डाल कर बाजार में बिकने के लिए रख दिया जाता है।

यदि चूर्ण रूप में एंजाइम प्राप्त करना होता है तो निष्कर्ष में ऐलकोहल डालकर एंजाइम को अवक्षेपित किया जाता है और अवक्षेप को कम ताप पर सुखा कर रख लिया जाता है। ऐस्पेरजिलस ओराइजी से व्यावसायिक मात्रा में एंजाइम सर्वप्रथम टैकामीन^३ (Takamine) ने बना कर टैकाडायस्टेस (takadiastase) के नाम से बाजारों में बिकने के लिए रखा था। यह स्टार्च को जल-विश्लेषित करने के लिए बड़ा सक्रिय है।

जन्तुओं के रसों से ऐमिलेस प्राप्त करना—घोड़े, सुअर और गाय की अग्न्याशय ग्रन्थियों के रस में स्टार्च को जल-विश्लेषित करने वाले एंजाइम बड़ी मात्रा में रहते हैं। अतः इन ग्रन्थियों के रस से ऐमिलेस प्राप्त किया जाता है। रस में सोडियम क्लोराइड का सान्द्र विलयन मिलाने पर ऐमिलेस अवक्षेप के रूप में पृथक् हो जाता है। इस अवक्षेप को कम ताप पर सुखा कर फिर इसमें कोई उदासीन लवण मिलाया जाता है। उदासीन लवण मिलाने का उद्देश्य एंजाइम की सक्रियता को घटा कर निर्धारित प्रामाणिक अंश तक लाना होता है क्योंकि शुद्ध एंजाइम बहुत अधिक सक्रिय होता है।

एसीटमाइड के जलीय विलयन द्वारा अग्न्याशयिक रस का निष्कर्षण करने से भी एंजाइम सुविधापूर्वक प्राप्त किया जा सकता है। अग्न्याशय से प्राप्त शुद्ध एंजाइम बहुत सक्रिय होता है। इसका एक भाग लगभग ६००० भाग स्टार्च को चार दिनों के भीतर जल-विश्लेषित कर माल्टोस में परिवर्तित कर देता है।

जीवाणुओं से ऐमिलेस प्राप्त करना—स्टार्च पर क्रिया करने वाला एंजाइम जीवाणुओं से सर्वप्रथम बोयडिन और एफ्रंट^४ (Boidin and Effront) ने व्यापारिक मात्रा में सन् १९१७ में प्राप्त किया था। बैसिलस सबटिलिस (Bacillus subtilis) तथा बैसिलस मेसेंटेरिकस (Bacillus mesentericus) जाति के जीवाणु जब पोषक-

माध्यम पर वृद्धि करते हैं तो वे बहुत शीघ्र अच्छी मात्रा में डायस्टेस उत्पन्न करते हैं। यह डायस्टेस बहुत सक्रिय होता है और इसी कारण इसे बाजार में 'रैपिडेस' (rapidase) के नाम से बिकने के लिए रखा जाता है। इस डायस्टेस में एक विशेषता यह है कि यह अपेक्षाकृत ऊँचे ताप पर क्रिया करता है। जत कपड़े के व्यवसाय में यह अधिक उपयोगी है।

जीवाणुओं से इस एजाइम को बनाने की विधि में सबसे पहले निम्न प्रकार से एक पोषक-माध्यम बनाया जाता है —

जल-विश्लेषित सोयाबीन या मूंगफली की रोटी में जल-विश्लेषित स्टार्च डाला जाता है। फिर उपयुक्त मात्रा में फास्फेट, पोटैशियम, मैग्नीशियम और कैल्शियम लवण मिश्रित किये जाते हैं। इस पोषक-माध्यम को अब दाब पर 15° से 0 ग्रे० ताप तक गरम कर जीपरहित (sterilized) किया जाता है। इसे फिर छान कर और ठंडा कर बड़े-बड़े ऊँचे ऐसे बर्तनों में भर दिया जाता है जहाँ वायु से दूसरे जीवाणु इस पर पहुँच कर अक्रिय न हो सकें। समस्त कार्य में सफाई का ध्यान रखना बहुत आवश्यक है, अन्यथा अन्य जीवाणु पोषक-माध्यम में पहुँच कर अक्रिय होते हैं और फिर शुद्ध एजाइम नहीं प्राप्त होता। पोषक-माध्यम को बर्तनों में भरने के बाद इसमें बैसिलस सबटिलिस या बैसिलस मेसेंटेरिकस जीवाणु के शुद्ध संवर्जन (कल्चर) से थोड़ा भाग डाल दिया जाता है और उपयुक्त ताप पर रख दिया जाता है। जीवाणु माध्यम में तेजी से वृद्धि करते हैं और डायस्टेस एजाइम उत्पन्न करते हैं। लगभग एक सप्ताह में एजाइम पर्याप्त मात्रा में बन जाता है। अब माध्यम-द्रव को ठंडा कर तेज गति से घूमने वाले अपेकेंद्रीय यन्त्र में ले जाते हैं जहाँ जीवाणु द्रव में से पृथक् हो जाते हैं। बचे द्रव में एजाइम रहता है। इसमें कोई प्रतिपूय (antiseptic) मिला कर सुरक्षित रूप से रख लिया जाता है। यदि इस द्रव को सान्द्र करने की आवश्यकता होती है तो इसे निर्वात में निम्न ताप पर वाष्पित कर सान्द्र कर लिया जाता है। इस द्रव में प्रोटियोलेस एजाइम भी थोड़ी मात्रा में रहते हैं। ऐमोनियम सल्फेट, ऐलकोहल और ऐसीटोन द्वारा अवक्षेपण कर द्रव में से शुद्ध ऐमिलेस प्राप्त किया जाता है।

मणिभीय ऐमिलेस—यद्यपि ऐमिलेस का पूर्ण शुद्ध करना बड़ा कठिन है, फिर भी कुछ ऐमिलेस मणिभीय रूप में प्राप्त किये गये हैं। साधारणतः जो अपद्रव्य ऐमिलेस में रहते हैं वे ऐमिलेस की रक्षा का काम करते हैं और जितना अधिक ऐमिलेस को शुद्ध किया जाता है उतना ही अधिक वे अक्रिय होते जाते हैं।

एम० एल० कैल्डवेल, एल० ई० बुहर और एच० सी० शर्मन^१ ने अपने मयुक्त

प्रयत्न से सन् १९३१ में प्रथम बार अग्न्याशय-ऐमिलेस की थोड़ी मात्रा मणिभीय रूप में प्राप्त करने में सफलता प्राप्त की थी। इसके बाद सन् १९४७ में के० एच० मायर और उनके सहयोगियों^{१०, ११} ने मनुष्य और मुअर के अग्न्याशय, मनुष्य की लार तथा बैसिलस सबटिलिस से ऐमिलेस मणिभीय रूप में प्राप्त किया। ये सब ऐमिलेस परीक्षण से प्रोटीन सिद्ध हुए हैं, किन्तु इनके मणिभीय आकार, विलेयता तथा अनु-कूलतम pH में, जिस पर वे सबसे अधिक सक्रिय होते हैं, एक दूसरे से अन्तर है।

वर्नफेल्ड और उनके सहयोगियों^{१२} ने सन् १९५० में यह देखा कि मनुष्य के अग्न्याशय तथा लार दांतों के ऐमिलेस एक समान गण के हैं। दांतों ही प्रोटीन सम्बन्धी समान रंग परीक्षण देते हैं और दोनों ही गरम किये जाने पर एक ही ताप पर स्कन्दिता होते हैं। विश्लेषण से दोनों में नाइट्रोजन और फास्फोरस की समान प्रतिशत मात्राएँ भी प्राप्त होती हैं। इससे यह सिद्ध होता है कि एक ही जन्तु के विभिन्न अंगों में वर्तमान ऐमिलेस एक ही प्रकार का होता है।

जौ के माल्ट से β -ऐमिलेस^{१३} तथा ऐस्परजिलस ओरिझी से α -ऐमिलेस^{१३} मणिभ रूप में कुछ वर्ष पूर्व प्राप्त हुए हैं।

ऐमिलेस का रासायनिक रूप और सक्रियता—अब तक के प्राप्त तथ्यों के आधार पर यह माना जाता है कि ऐमिलेस प्रोटीन हैं और उनकी सक्रियता किसी प्रोटीनरहित (prosthetic) समूह के उनमें संयुक्त होने पर निर्भर नहीं करती। उदाहरणार्थ, एच० सी० शर्मन और उनके सहयोगियों^{१४} ने एक अधिक सक्रिय β -ऐमिलेस प्राप्त किया जो गुणों में एकदम प्रोटीन की भाँति था। शर्मन ने देखा कि वे क्रियाएँ जो प्रोटीन का स्वभाव-परिवर्तन (denaturing) कर देती हैं इस एंजाइम को निष्क्रिय कर देती हैं। अतः इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि ऐमिलेस या तो प्रोटीन हैं या ऐसे पदार्थ हैं जो किसी प्रोटीन पर अधिशोषित हैं और जिसके बिना ये अपनी क्रिया नहीं कर सकते।

कुछ ऐमिलेस में कोई खनिज अवयव रहता है जो उसकी सक्रियता के लिए आवश्यक है। उदाहरणार्थ, डायस्टेस का विद्युत्-विश्लेषण (electrolysis) करने पर इसकी सक्रियता नष्ट हो जाती है। इसका कारण यह समझा जाता है कि विद्युत्-विश्लेषण में ऐमिलेस का खनिज अवयव इसके कार्बनिक अवयव से पृथक् हो जाता है। इसी प्रकार लार साधारण नमक की अनुपस्थिति में अक्रिय हो जाती है। यदि लार का अपोहन किया जाता है तो इसमें उपस्थित सोडियम क्लोराइड निकल जाती है और एक अवक्षेप पृथक् हो जाता है जिसमें एंजाइम की कोई क्रियाशीलता नहीं रहती, किन्तु यदि इसी अवक्षेप को सोडियम क्लोराइड के विलयन से उपचारित किया जाता है तो

यह विलयन में घुल जाता है और पुन सक्रिय हो जाता है। यह सम्भव जान पड़ता है कि सोडियम क्लोराइड लवण एजाइम का अपलयन (peptise) करता हो जिसके क्लस्वरूप जो समूह एजाइम पर अधिशोषित है वे सतह पर उपयुक्त अवस्था में आकर एजाइम को सक्रिय करते हो। प्रकृति में एजाइम विभिन्न कलिल पदार्थों के घनिष्ठ सम्पर्क में रहते हैं। सम्भवत इसी कारण अम्लीयता, ताप तथा कुछ उन लवणों का, जो प्रोटीन का अपलयन करने हैं, प्रभाव इनकी सक्रियता पर पड़ता है। कुछ रसायनज्ञों का यह अनुमान है कि स्टार्चों में उपस्थित खनिज पदार्थ ऐमिलेस की क्रिया पर इस कारण प्रभाव डालता है कि इससे pH में अन्तर हो जाता है। यदि प्रतिरोधक (buffer) द्वारा pH निर्धारित रखा जाता है तो स्टार्च के खनिज पदार्थ से ऐमिलेस की सक्रियता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

ऐमिलेस तीव्र अम्लों तथा क्षारों की उपस्थिति में और 100° से 0° ताप पर अक्रिय हो जाते हैं। पानी में ये विलेय होते हैं या शीघ्र आकीर्ण हो जाते हैं। नमक तथा ऐलकोहल के तनु विलयनों में भी ये विलेय हैं। इन विलयनों में नमक तथा ऐलकोहल की अधिक मात्रा डालने पर ऐमिलेस अवक्षेपित हो जाते हैं। अवक्षेपित ऐमिलेस पानी में पुन घुल जाते हैं और सक्रिय विलयन देते हैं।

अन्याशय से प्राप्त ऐमिलेस को जब कीटोन (ketone) द्वारा ऐसिटिलीकृत किया जाता है तो एजाइम की सक्रियता तेजी से घटती है। इससे ऐसा अनुमान होता है कि सक्रियता का घटना ऐमिनो समूह के संयोजित हो जाने के कारण है क्योंकि ऐसिटिलीकरण में सबसे पहले ऐमिनो समूह ऐसिटिलीकृत होता है और मुक्त अवस्था में नहीं रहता।

प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि ऐमिलेस की सक्रियता के लिए अनुकूलतम हाइड्रोजन आयन-सान्द्रता ताप के अनुसार भिन्न होती है। उदाहरणार्थ, α -माल्ट ऐमिलेस की 30° से 0° पर अधिकतम सक्रियता pH ५.० पर होती है, किन्तु यदि ताप बढ़ाया जाता है तो अधिकतम सक्रियता के लिए pH को भी उसी के अनुसार थोड़ा बढ़ाना पड़ता है। pH ७.० तक बढ़ाया जा सकता है। इससे अधिक pH और उसी के अनुसार अधिक ऊँचे ताप पर ऐमिलेस की सक्रियता नष्ट हो जाती है। उदाहरणार्थ, 70° से 0° ताप पर pH ६.८ रखने पर ऐमिलेस की सक्रियता अधिकतम होती है। इस प्रकार ऐमिलेस की सक्रियता के लिए कोई एक अनुकूलतम ताप नहीं है। pH के अनुसार अनुकूलतम ताप भिन्न होता है।

ताप, pH तथा सामान्य लवण के अतिरिक्त विभिन्न अन्य लवण, प्रोटीन के विघटित पदार्थ, लाइपिड (lipids) तथा अन्य यौगिकों की उपस्थिति का प्रभाव

भी ऐमिलेस की क्रिया पर पड़ता है। कुछ पदार्थ ऐमिलेस की क्रिया को तीव्र करते हैं और कुछ घटाते हैं।

अन्य एजाइमो की भाँति ऐमिलेस की स्टार्च पर क्रिया भी पूर्ण होने के कुछ पूर्व ही रुक जाती है। कुछ लोगो का यह अनुमान है कि इस क्रिया में जल-विश्लेषण द्वारा उत्पन्न पदार्थ एजाइम की क्रिया को अवरुद्ध करने का कारण है। किन्तु यह तभी सम्भव हो सकता है जब जल-विश्लेषण में उत्पन्न पदार्थों के प्रति एजाइम की बलुता (affinity) हो, पर वास्तव में ऐसा नहीं है। के० स्योबर्ग^{१५} (K. Sjöberg) ने एक प्रयोग में माल्ट-निष्कर्ष द्वारा विलेय स्टार्च पर क्रिया करायी और देखा कि ६० प्रतिशत शर्करा-करण हो जाने के बाद क्रिया रुक जाती है। उसने यह भी देखा कि इस अवस्था के पहुँचने पर यदि जल-विश्लेषण में उत्पन्न पदार्थों को पृथक् कर दिया जाय तो भी एजाइम की क्रिया पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता और क्रिया पुन आरम्भ नहीं होती। अतः इससे स्पष्ट है कि जल-विश्लेषण में उत्पन्न हुए पदार्थों के प्रति एजाइम के आकर्षण के अतिरिक्त कोई अन्य कारण एजाइम की क्रिया के रुकने का होना चाहिए।

सी० वुडरली^{१६} ने यह ज्ञात किया है कि केसीन की उपस्थिति से लार के ऐमिलेस की क्रिया अवरुद्ध हो जाती है, किन्तु यदि इसी में ट्रिप्सिन डाल दिया जाय तो क्रिया पुन होने लगती है। ट्रिप्सिन मिलाने से न केवल केसीन का अवरुद्धकारक प्रभाव ही नष्ट होता है, वरन् ऐमिलेस की क्रिया में भी वृद्धि होती है और इसकी सक्रियता आरम्भ की सक्रियता से भी कुछ अधिक हो जाती है। इस प्रयोग के आधार पर वुडरली ने यह मत प्रस्तुत किया कि केसीन या अन्य प्रोटीन का ऐमिलेस पर अवरुद्धकारक प्रभाव इस कारण पड़ता है कि ये ऐमिलेस से संयोजित होकर उसे निष्क्रिय कर देते हैं। ट्रिप्सिन प्रोटीन को विच्छेदित करने वाला एजाइम है। अतः ट्रिप्सिन मिलाने पर केसीन या अन्य प्रोटीन, जो ऐमिलेस से संयोजित हैं, विघटित हो जाता है और फलस्वरूप ऐमिलेस फिर मुक्त सक्रिय अवस्था में आ जाता है। क्वीन तथा सह-योगियों^{१७} ने एक विलेय पदार्थ गेहूँ तथा राई से प्राप्त किया है जिसमें ऐमिलेस की क्रिया को अवरुद्ध करने का गुण है। अन्य लोगो ने सिद्ध किया है कि यह अक्रियकारक पदार्थ निश्चित रूप से प्रोटीन है। इससे भी वुडरली के मत की पुष्टि होती है।

कुछ पदार्थ, जैसे जीवित यीस्ट-कोशिकाएँ, अंडे, रुधिर और सीरम का ऐल्ब्यूमिन जो पहले पेप्सिन से विलेय कर लिया गया है, ऐमिलेस को अधिक क्रियाशील बनाते हैं। कुछ रसायनज्ञो ने यह प्रदर्शित किया है कि यीस्ट में ग्लूटाथियोन रहता है और यही ऐमिलेस के लिए सक्रियकारक का काम करता है। कुछ ऐमिनो अम्ल भी ऐमिलेस

की क्रियाशीलता को बढ़ाते हैं। सम्भवत ये ऐमिलेस की विलेयता में वृद्धि करते हैं जिसके कारण इनकी सक्रियता में भी वृद्धि हो जाती है।

मरक्यूरिक क्लोराइड, तृतिया, पिकरिक अम्ल तथा फार्मैल्डीहाइड ऐमिलेस के लिए विष का काम करते हैं। इनकी उपस्थिति से सक्रियता धीरे-धीरे घटती है और पूरा प्रभाव पड़ने में कुछ समय लगता है। पोटैसियम आयोडाइड, फास्फोटंगस्टिक अम्ल, ऐंटीमनी क्लोराइड, टार्टर ऐमेटिक तथा विभिन्न ऐलकेलायड भी ऐमिलेस पर अक्रियकारक प्रभाव डालते हैं।

निर्देश

- 1 H C. Sherman, E C Kendall, and E D Clark, *J Biol Chem*, 1934, **104**, 501
- 2 J Takamine, *J Ind Eng Chem*, 1914, **6**, 824
- 3 A R Bordin and J Effront, *U S P* 1,227,374, May 22, 1917
- 4 J Effront, 'Biochemical Catalysts in life and Industry', 1st ed 1917
- 5 M L Caldwell, L E Booher, H C Sherman, *Science*, 1931, **74**, 37
- 6 K H Meyer, E H Fischer, P Bernfeld, *Helv Chim Acta*, 1947, **30**, 64.
- 7 K H Meyer, E H Fischer and P Bernfeld, *Arch Biochem*, 1947, **14**, 149
- 8 K H Meyer, E H Fischer, P Bernfeld and A Stramb, *Experientia*, 1947, **3**, 455
- 9 K. H. Meyer, M Fuld and P Bernfeld, *Experientia*, 1947, **3**, 411.
- 10 K H Meyer, E H Fischer, P. Bernfeld, and F Duckert, *Arch Biochem*, 1948, **18**, 203.
- 11 P Bernfeld, F. Duckert and E H Fischer, *Helv Chim. Acta*, 1950, **33**, 1064
- 12 E H. Fischer, K. H. Meyer, G Noelting and A. Piguet, *Arch Biochem*, 1950, **27**, 235

- 13 L A Underkofler and D K Roy, *Cereal Chem*, 1951, **28**, 18
- 14 H C Sherman, M L Caldwell and S E Doebbeling, *J Biol Chem*, 1934, **104**, 501
15. K. Sjoberg and E Eriksson, *Hoppeseyl Z Physiol Chem.*, 1924, **139**, 118
- 16 C Wunderly, *Helv Chim Acta*, 1940, **23**, 414
- 17 E Kneen and R. M Sandstedt, *J Amer Chem Soc*, 1943, **65**, 1247
- Arch Biochem*, 1946, **9**, 235

स्टार्च को व्यापारिक मात्रा में प्राप्त करना

व्यापारिक मात्रा में स्टार्च पौधों के उन भागों से प्राप्त किया जाता है जिनमें यह अधिक परिमाण में मौजूद रहता है। विभिन्न अनाजों के बीजों में स्टार्च मुख्य अवयव है। आलू में भी स्टार्च की मात्रा बहुत रहती है। निम्न तालिका में कुछ पदार्थों में मौजूद स्टार्च की प्रतिशत मात्रा दी गयी है:—

स्टार्च की मात्रा	
गेहूँ (wheat)	५५ से ६५ प्रतिशत
जौ (barley)	४० से ४६ ”
जई (oats)	३० से ४० ”
राई (mustard)	४४ से ४७ ”
मकई (maize)	४५ से ६७ ”
चावल (rice)	७० से ७६ ”
आलू (patato)	२० से २५ ”

जैसा हम ऐतिहासिक पर्यवेक्षण के अध्याय में बतला चुके हैं, सर्वप्रथम स्टार्च गेहूँ से प्राप्त किया गया था और आरम्भ के बहुत वर्षों तक इसी से स्टार्च मुख्य रूप से प्राप्त किया जाता रहा। किन्तु आजकल गेहूँ का उपयोग स्टार्च प्राप्त करने के लिए कम होता है। इसके दो कारण हैं। पहला यह कि गेहूँ महँगा अन्न है और विशेष रूप से भोजन के रूप में ही इसका उपयोग होता है। दूसरा यह कि गेहूँ में ग्लूटेन नामक एक प्रोटीन पदार्थ पर्याप्त मात्रा में (लगभग १२ से १६ प्रतिशत) रहता है जिसके कारण गेहूँ से स्टार्च को पृथक् करने में कठिनाई पड़ती है। ग्लूटेन को गेहूँ से निकालने के लिए इसे किण्वित (ferment) किया जाता है जिसके फलस्वरूप कुछ ऐसे दुर्गन्धित पदार्थ उत्पन्न होते हैं जिनके कारण बड़ी दुर्गन्ध फैलती है। इसी दुर्गन्ध के कारण यूरोप के विभिन्न देशों में गेहूँ से स्टार्च बनाने की फैक्टरियों में समय-समय पर प्रतिबन्ध लगाये गये थे।

आजकल मकई, चावल और आलू का उपयोग स्टार्च बनाने में अधिक होता है। जिस देश में जो स्टार्च-युक्त पदार्थ अधिक होता है और सस्ता होता है वहाँ वही पदार्थ स्टार्च प्राप्त करने के लिए उपयोग में आता है। आलू से स्टार्च बनाना अठारहवीं शताब्दी के आरम्भ में शुरू हुआ था और आजकल सबसे अधिक स्टार्च इसी से प्राप्त किया जाता है। जर्मनी में तो आलू का स्टार्च ही मुख्य रूप से बनाया जाता है। भारत-वर्ष में सस्ती होने के कारण मकई का उपयोग स्टार्च प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इधर थोड़े समय से केले के तने से स्टार्च प्राप्त करने का प्रयत्न भी किया जा रहा है। विभिन्न स्रोतों से प्राप्त स्टार्च के अपने भिन्न गुण होते हैं और विशेष उपयोगों के लिए इन विभिन्न पदार्थों से स्टार्च निकाला जाता है। टैपियोका स्टार्च टैपियोका (Tapioca) जाति के पौधों की कदिल जड़ों (tuberous roots) से प्राप्त किया जाता है। टैपियोका दक्षिणी अमेरिका का पौधा है और वही से विभिन्न स्थानों में फैला। दक्षिणी भारतवर्ष में आजकल टैपियोका पर्याप्त मात्रा में उगाया जाता है और इसकी कदिल जड़ भोजन के काम में आती है। अरारोट स्टार्च मुख्य रूप से मैरंटा एरुन्डिनेसी (*Maranta arundinacea*) नामक पौधे के प्रकट (rhizome) से प्राप्त किया जाता है। साबूदाना भी स्टार्च पदार्थ है जो सैंगो ताड (sago-palm) जाति के पौधों के तनों से प्राप्त किया जाता है। इस जाति के दो पौधे, सैगस रम्फ्री (*Sagus rumphii*) तथा सैगस लावस (*Sagus laevis*), साबूदाना बनाने में बहुत उपयोगी होते हैं। बाजार में साबूदाना नाम से बिकनेवाला इसी के रूप-रंग का एक अन्य पदार्थ साइकस रिवोल्यूटा (*Cycus revoluta*) नामक पौधे के फलों से प्राप्त किया जाता है। यह पौधा सीलोन तथा सुमात्रा और जावा में बहुत होता है।

गेहूँ से स्टार्च बनाना

गेहूँ में स्टार्च के साथ ग्लायडिन (gliadin) और ग्लूटेनिन (glutenin) नामक दो प्रोटीन रहती हैं जो पानी की उपस्थिति में परस्पर क्रिया कर ग्लूटेन (gluten) नामक प्रोटीन में परिवर्तित हो जाती हैं। ग्लूटेन में यह गुण होता है कि यह पानी शोषित कर गोद की तरह चिपकने वाला और लसलसा हो जाता है। अतः पानी की उपस्थिति में ग्लूटेन इस रूप में परिवर्तित होकर स्टार्च-कणों को चिपकाये रखता है और पृथक् नहीं होने देता। इस ग्लूटेन के वर्तमान रहने के कारण गेहूँ से स्टार्च पृथक् करने में विशेष कठिनाई होती है। मुख्य समस्या स्टार्च-कणों को ग्लूटेन से पृथक् करने की होती है। स्टार्च को गेहूँ से प्राप्त करने में या तो ग्लूटेन को विच्छेदित कर नष्ट कर दिया जाता है या बहते पानी में मल कर और रगड़ कर बहा दिया जाता है।

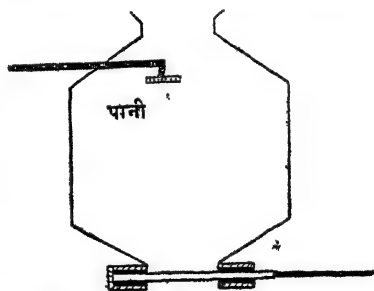
गेहूँ में वर्तमान विभिन्न पदार्थों की औसत मात्राएँ निम्न प्रकार होती हैं —

स्टार्च	६८.० प्रतिशत
शर्कराएँ	३.२ ”
सेल्यूलोस	२ २ ”
वसा	१ ७ ”
प्रोटीन	११ ० ”
खनिज द्रव्य	१ ९ ”
जल	१२ ० ”

गेहूँ से स्टार्च प्राप्त करने की कई विधियाँ हैं।

किण्वन विधि—इस विधि में स्टार्च-कणों को पृथक् करने के लिए ग्लूटेन को नष्ट कर दिया जाता है। गेहूँ के दानों को साफ करने के बाद पानी में इतने समय तक भिगोया जाता है कि दाने मुलायम हो जायँ और अगुलियों से दबाकर चूर किये जा सकें।

पानी में गेहूँ को भिगोने की क्रिया साधारणतः धातु की बड़ी नाँदों में की जाती है जिनकी पेदी शुष्णकाकार होती है। प्रत्येक नाँद में बीच में एक नल लगा रहता है जिसमें बहुत महीन छेद होते हैं। इन्हीं महीन छेदों से पानी नाँद में गेहूँ के ऊपर गिरता है। गेहूँ के दाने जब फूलकर मुलायम हो जाते हैं तो इन्हें एक चक्की में पानी की उपस्थिति में पीस कर एक पतली लेई के रूप में कर लिया जाता है। इस लेई को मैश (mash) कहते हैं।



चित्र १—गेहूँ के दानों को पानी में फुलाने की नाँद

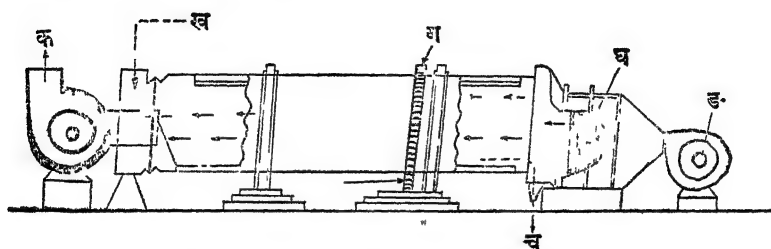
मैश में थोड़ा खट्टा आटा या इससे पूर्व किण्वित किये गये मैश में से थोड़ा द्राव (liquor) डाल कर किण्वन होने के लिए रख दिया जाता है। किण्वन की क्रिया ठीक गति से होती रहे इसके लिए यह आवश्यक है कि किण्वित होने वाले मैश को थोड़े-थोड़े समय बाद विलोडक (stirrer) द्वारा विलोडित कर दिया जाय। निर्धारित सीमा तक किण्वन होने में १० दिन से लेकर ३० दिन तक का समय लगता है। गरमी के दिनों में किण्वन ८-१० दिनों में ही पूरा हो जाता है, किन्तु शीत ऋतु में अधिक दिन लगते हैं। यह किण्वन एक फफूंद द्वारा होता है जो द्रव की सतह पर वृद्धि कर धीरे-धीरे फैलता है और कुछ एजाइम उत्पन्न करता है। ये एजाइम प्रोटीन तथा अन्य नाइट्रोजन यौगिकों

को विच्छेदित करते हैं जिसके फलस्वरूप ऐमोनिया, कार्बन डाइ-आक्साइड, हाइड्रोजन सल्फाइड आदि गैसें निकलती हैं और विभिन्न अम्ल उत्पन्न होते हैं जिनमें ऐसीटिक, प्रोपियानिक, ब्यूट्रिक तथा लैक्टिक अम्ल मुख्य हैं। ऐमोनिया तथा हाइड्रोजन सल्फाइड तीव्र गंध वाली गैसें हैं और इनके निकलने के कारण चारों ओर एक तीव्र दुर्गन्ध फैलती है। हाइड्रोजन सल्फाइड गैस दुर्गन्धमय होने के साथ-साथ विषैली भी होती है। अतः यह फैक्टरी के आस-पास के वायुमंडल को विषैला और स्वास्थ्य के लिए हानिकारक बना देती है।

किण्वन में उत्पन्न हुए अम्ल ग्लूटेन पर प्रक्रिया करते हैं जिसके फलस्वरूप ग्लूटेन का धीरे-धीरे विच्छेदन हो जाता है और यह सरल विलेय पदार्थों में परिणत हो जाता है। ग्लूटेन के विच्छेदित हो जाने पर स्टार्च-कण जो पहले ग्लूटेन द्वारा परस्पर चिपके रहते हैं मुक्त होकर पृथक् हो जाते हैं।

जब किण्वन ठीक सीमा तक हो चुकता है तो इसे रोक दिया जाता है और आगे नहीं बढ़ने दिया जाता। किण्वन के अधिक हो जाने पर किण्वित द्रव बहुत गाढ़ा हो जाता है, फलस्वरूप स्टार्च-कणों को पृथक् करने में कठिनाई पड़ती है। अतः किण्वित द्रव के गाढ़ा होने के पहले ही किण्वन को रोक देना आवश्यक होता है। किण्वन को रोक देने के बाद किण्वित पदार्थ को कुछ समय तक शान्त छोड़ दिया जाता है। अधिपृष्ठ आम्लिक द्रव (*supernatant acidic liquid*) निथार कर बाहर निकाल दिया जाता है। नीचे के शेष बचे ठोस पदार्थ को कई बार पानी से धोया जाता है और प्रत्येक बार के धोवन को भी निथार कर बाहर फेंक दिया जाता है। धोने के बाद अन्त में जो ठोस अवशेष पेदी में बचता है उसे गोलाकार एक बड़े बर्तन में, जिसकी पेदी महीन जाली की बनी होती है, पहुँचाया जाता है। ऐसा प्रवन्ध रहता है कि इस बर्तन में पानी बराबर ठोस पदार्थ पर गिरता रहे और बर्तन घूमता रहे। स्टार्च पानी के साथ बहकर जाली से बाहर निकल आता है और चोकर, रेशे तथा अन्य अपद्रव्य जाली के ऊपर रह जाते हैं। स्टार्च पानी के साथ मिल कर निलम्बन (*suspension*) के रूप में रहता है और इस निलम्बन को स्टार्च-दुग्ध (*starch milk*) कहते हैं। स्टार्च-दुग्ध को बड़ी-बड़ी टकियों में, जिन्हें अथ साद टकियाँ (*settling tanks*) कहते हैं, भर दिया जाता है और कुछ समय तक शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च-कण धीरे-धीरे तली में बैठ जाते हैं और पानी अधिपृष्ठ द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है। इस अधिपृष्ठ द्रव को निकाल कर बाहर फेंक दिया जाता है। तली में बचे स्टार्च को स्वच्छ जल से कई बार धोया जाता है और प्रत्येक बार के धोवन को निथारने की विधि द्वारा ही पृथक् कर निकाल दिया जाता है। इस प्रकार जब स्टार्च भली-भाँति धुल जाता है

और इसके धोवन में अम्ल का कुछ भी अंश नहीं रहता तब इसे बड़े-बड़े छिछले सन्दूक की तरह के ऐसे बर्तनों में भर दिया जाता है जिनकी दीवारें कैनवस या फलालैन की बनी होती है। कैनवस (अथवा फलालैन) से छनकर स्टार्च का पानी धीरे-धीरे बाहर निकल जाता है। अन्त में इस स्टार्च को पूर्ण रूप से सुखाने के लिए शोषको



चित्र २—घूर्ण शोषक (rotary dryer)

(क—गैसों का निकास मार्ग, ख—गोले पदार्थ का अन्दर जाने का मार्ग, ग—घुमाने वाला गियर, घ—ऊष्मक, ड—धौंकनी, च—सूखे पदार्थ का निकास मार्ग)

(dryers) में पहुँचाया जाता है जहाँ गरम हवा द्वारा स्टार्च सुखाया जाता है। शोषक कई प्रकार के होते हैं, किन्तु सबसे सिद्धान्त यही रहता है कि एक ओर से गरम हवा शोषक में घुसती है और दूसरी ओर से स्टार्च प्रवेश करता है। गरम हवा स्टार्च को सुखाती हुई उस ओर से निकल जाती है जिधर से स्टार्च प्रवेश करता है। सूखे स्टार्च को फिर चूर्ण कर पैकटो या बोटलो में भरकर बाज़ार में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

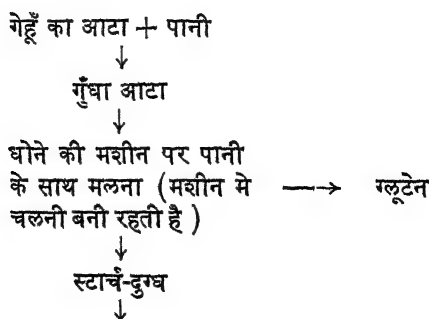
आरम्भ में गेहूँ से स्टार्च किण्वन विधि से ही बनाया जाता था किन्तु इस विधि में सबसे बड़ा दोष यह है कि इसमें गेहूँ का मूल्यवान् अंश ग्लूटेन नष्ट हो जाता है। अतः यह अपव्यय की विधि है। इसके अतिरिक्त इसमें समय भी बहुत अधिक लगता है और साथ ही ऐसी दुर्गन्धित गैसें उत्पन्न होती हैं जिनके कारण न केवल मजदूरों को काम करना असह्य लगता है, आस-पास के लोगों का रहना भी कठिन हो जाता है। इन सब कारणों से आजकल इस विधि के स्थान में अन्य विधियाँ उपयोग में आती हैं।

मार्टिन विधि (Martin's process)—आजकल गेहूँ से स्टार्च प्राप्त करने के लिए इसी विधि का प्रचार सबसे अधिक है। इस विधि में बहुत सरल मशीनों और उपकरणों का उपयोग होता है, अतः फैक्टरी खड़ी करने और मशीन लगाने में अधिक व्यय नहीं करना पड़ता। साथ ही अच्छी कोटि का स्टार्च अच्छी मात्रा में प्राप्त होता

है। इसमें ग्लूटेन भी पृथक् प्राप्त कर लिया जाता है और उपयोग में लाया जाता है। इस विधि में समय भी कम लगता है।

मार्टिन विधि में गेहूँ का आटा लिया जाता है। आटे को पानी के साथ मिलाकर कड़ा गूँधा जाता है और लगभग एक घंटे तक इसी अवस्था में पड़ा रहने दिया जाता है जिससे आटे के भीतर सब जगह पानी पहुँच जाय और ग्लूटेन खूब फूल उठे। अब इस गूँधे आटे को धोने की मशीन (washing machine) में ले जाया जाता है। इस मशीन में एक ऐसा बर्तन होता है जिसकी पेंदी में खाँचे (grooves) बने रहते हैं और दीवारों में महीन चलनी (sieves) बनी होती हैं। इस मशीन में रखने के बाद गूँधे आटे पर फुहारे द्वारा बराबर पानी की धारा डाली जाती है और एक बेलन द्वारा जिसकी गोल सतह पर भी खाँचे बने रहते हैं इसको खूब मला जाता है। स्टार्च पानी के साथ निलम्बन के रूप में (स्टार्च-दुग्ध) बर्तन की दीवारों में बनी चलनी द्वारा बाहर निकलता रहता है और एक बड़ी नाँद में एकत्रित होता है। ग्लूटेन धोने के बर्तन में बचा रह जाता है। जब सब स्टार्च आटे से पृथक् होकर स्टार्च-दुग्ध के रूप में नाँद में एकत्रित हो जाता है तो ग्लूटेन को धोने के बर्तन में से अलग निकाल लिया जाता है और स्टार्च-दुग्ध को अध साद टकियों में भरकर शान्त रख दिया जाता है। कुछ समय तक शान्त रखा रहने पर स्टार्च-दुग्ध में से स्टार्च नीचे तली में धीरे-धीरे बैठ जाता है और पानी पृथक् होकर ऊपर एकत्रित हो जाता है। इस पानी को निथार कर अलग निकाल दिया जाता है। पृथक् हुए स्टार्च को पानी से कई बार धोया जाता है और प्रत्येक बार के धोवन को ऊपर की भाँति ही निथार कर फेंक दिया जाता है। अन्त में स्टार्च को किण्वन विधि में बतलाये अनुसार शोषको में सुखाकर पैकटो या बोतलो में भर लिया जाता है।

निम्न मानचित्र में मार्टिन विधि के विभिन्न पदों को प्रदर्शित किया गया है—



अध साद टकी
(स्टार्च का तली में जमना
और पानी का पृथक् होना)

↓
गीला स्टार्च → शोषक → शुष्क स्टार्च
(सुखाना)

क्षार विधि (Alkali process)—आर० जे० डिमलर (R J Dimler) और उनके सहयोगियो ने कुछ वर्ष पूर्व यह विधि ज्ञात की है। इस विधि में आटे को तनु कास्टिक सोडा के विलयन से मिश्रित किया जाता है। तनु कास्टिक सोडा स्टार्च पर कोई क्रिया नहीं करता, किन्तु ग्लूटेन को घुला देता है और इसका एक कलिल विलयन (colloidal solution) बनाता है। कास्टिक सोडा मिश्रित इस आटे को एक अपकेन्द्री मशीन में डालकर मशीन को तीव्र गति से घुमाया जाता है। स्टार्च मशीन की दीवारों पर, जो महीन जाली की बनी होती है, पर्त के रूप में जम जाता है और मातृ-द्राव (mother liquor) जाली के मार्ग से बाहर निकल जाता है। जाली पर एकत्रित हुए स्टार्च को वही पानी के फुहारे द्वारा धो लिया जाता है और फिर खुरच कर प्राप्त कर लिया जाता है और सुखा कर पैकटो या बोतलो में भर दिया जाता है। जाली से बाहर निकले मातृ-द्राव को भी एकत्रित कर लिया जाता है और बाद में इसमें से ग्लूटेन अलग निकाल लिया जाता है। इस विधि से गेहूँ में उपस्थित स्टार्च का लगभग ९० प्रतिशत भाग प्राप्त होता है और इस स्टार्च की शुद्धता लगभग ९८ प्रतिशत तक रहती है।

सल्फ्यूरस अम्ल विधि (Sulphurous acid process)—इस विधि में गेहूँ को पहले सल्फर डाइ-आक्साइड के ०.५ प्रतिशत जलीय विलयन में ३८° से ० ग्रे० ताप पर लगभग २४ घंटे तक भिगो दिया जाता है और फिर इस भीगे गेहूँ को पानी के साथ चक्की में पीसा जाता है। पीसा आटा निलम्बन के रूप में प्राप्त होता है। इस निलम्बन को क्रम से २६ छेद वाली ताँबे की चलनी के ऊपर और फिर उससे महीन रेशम की चलनी के ऊपर प्रवाहित किया जाता है। इन चलनियों के भीतर से होकर स्टार्च तथा ग्लूटेन दोनों ही पानी के साथ निकल जाते हैं और मोटा आटा तथा चोकर ऊपर बच रहता है। स्टार्च और ग्लूटेन के इस जलीय निलम्बन को फिर अधिक महीन चलनी के ऊपर प्रवाहित किया जाता है। स्टार्च चलनी के ऊपर रुक जाता है और केवल ग्लूटेन का कलिल विलयन ही चलनी के भीतर से होकर बाहर जाता है। इस प्रकार स्टार्च और ग्लूटेन पृथक् प्राप्त हो जाते हैं। जो मोटा आटा तथा चोकर मोटी चलनियों के

ऊपर बच रहता है उसे फिर चक्की में पीस कर पहले की भाँति ही छानते हैं। अन्त में केवल चोकर तथा रेसो आदि बच रहते हैं और समस्त स्टार्च निकल जाता है।

सल्पयूरस अम्ल में भिगोने से गेहूँ के ग्लूटेन का लसलसापन तथा चिपकने का गुण नष्ट हो जाता है और वह अब न तो स्टार्च-कणों को पृथक् होने से रोकता है और न चलनी पर जमता है।

अन्तिम चलनी में से छन कर प्राप्त हुए ग्लूटेन के जलीय निलम्बन को अध साद टकियो में भरकर शान्त छोड़ दिया जाता है। ग्लूटेन धीरे-धीरे नीचे तली में बैठ जाता है और पानी ऊपर अधिगृष्ट द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है। ऊपर से पानी को निथार कर निकाल दिया जाता है और तली में बैठे ठोस ग्लूटेन को फिल्टर प्रेस में भेजकर बड़े दाब में छाना जाता है। सब पानी छन कर निकल जाता है और ग्लूटेन थक्के के रूप में फिल्टर प्रेस के कपड़े के छन्ने पर बच रहता है। इसे फिर सुखा कर रख लिया जाता है।

जो स्टार्च महीन चलनियों के ऊपर एकत्रित होता है उसे वही कई बार पानी से धो कर शुद्ध कर लिया जाता है और अन्त में शोपको में सुखा कर रख लिया जाता है। इस विधि में गेहूँ से लगभग ६० प्रतिशत तक स्टार्च प्राप्त होता है और इसकी शुद्धता भी अच्छी होती है।

गेहूँ का स्टार्च महीन सूती कपड़ों पर कलफ देने के लिए सबसे अच्छा होता है।

चावल से स्टार्च प्राप्त करना

चावल में विभिन्न पदार्थों का प्रतिशत मात्राएँ निम्न भाँति होती हैं :—

स्टार्च	७६ प्रतिशत	वसा	० ५ प्रतिशत
अन्य कार्बोहाइड्रेट	१ ५ „	जल	१२ ५ „
प्रोटीन	८ ० „	खनिज द्रव्य	१ ५ „

धान से चावल के दानों को पृथक् करने की क्रिया में तथा चावल की पालिश करने में कुछ चावल छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाता है। चावल की यह किनकी ही अधिकतर स्टार्च बनाने के काम में लायी जाती है।

चावल के स्टार्च-कणों का आकार गेहूँ के स्टार्च-कणों की अपेक्षा बहुत छोटा होता है। अतः जलीय निलम्बन में से चावल का स्टार्च बहुत धीमी गति से नीचे बैठता है। इसीलिए इसे शीघ्र पृथक् करने के लिए अपकेन्द्री यन्त्र का प्रयोग किया जाता है। यद्यपि अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा स्टार्च को स्टार्च-निलम्बन में से पृथक् करने में व्यय कुछ

अधिक पड़ता है, फिर भी समय की बचत को ध्यान में रखते हुए यही विधि अधिक सुविधाजनक है।

चावल में स्टार्च के प्रत्येक कण के चारों ओर ग्लूटेन की एक कडी पतई रहती है और इस ग्लूटेन को बिना मुलायम किये स्टार्च-कणों को पृथक् नहीं किया जा सकता। ग्लूटेन को मुलायम करने और स्टार्च-कणों से पृथक् करने के लिए कास्टिक सोडा का उपयोग किया जाता है। चावल से स्टार्च प्राप्त करने की पूरी विधि जो आजकल व्यवहार में आती है नीचे दी जाती है —

सीमेट या लोहे के बने बड़े बर्तन लिये जाते हैं जिनकी पेदी दो दीवारों की बनी होती है। अन्दर की दीवार में छेद होते हैं, किन्तु बाहर वाली में छेद नहीं होते। बाहर वाली दीवार घुमा कर हटायी जा सकती है और इस दीवार के हटने पर केवल छेद वाली पेदी ही रह जाती है। इस बर्तन में बड़े दाब में हवा भेजने का भी प्रबन्ध होता है। यह हवा बर्तन में भरे पदार्थ को विलोडित करने का काम करती है।

ऊपर बतलाये बर्तन में चावल की किनकी उपयुक्त ऊँचाई तक भरी जाती है और फिर इसमें कास्टिक सोडा का १ ००५ आपेक्षिक गुरुत्व का विलयन इतना डाला जाता है कि सब किनकी इस विलयन में डूबी रहे और विलयन किनकी के स्तर से थोड़ा ऊपर रहे। किनकी को २४ घंटे तक कास्टिक सोडा के विलयन में भोगने दिया जाता है। बीच-बीच में हवा प्रवाहित कर बर्तन में भरे पदार्थ को विलोडित करते रहते हैं। २४ घंटे बाद कास्टिक सोडा के विलयन को निधार कर निकाल दिया जाता है और दूसरा ताजा विलयन भरा जाता है। एक या दो दिनों तक पुनः भोगने के बाद चावल के कण इतना मुलायम हो जाते हैं कि इन्हें अगुली और अगूठे के बीच में रखकर दबाने से ये चूर हो जाते हैं। अब इस मुलायम किनकी को चक्की में इतने कास्टिक सोडा विलयन के साथ पीसा जाता है कि एक पतली लेई प्राप्त हो जाय। इस लेई से स्टार्च या तो अपकेन्द्रीय यन्त्र द्वारा या चलनी द्वारा पृथक् किया जाता है। अपकेन्द्रीय यन्त्र का व्यवहार ही अधिक होता है क्योंकि इसके द्वारा अधिक सरलता से स्टार्च प्राप्त होता है। जो अपकेन्द्रीय यन्त्र इस काम में लाया जाता है उसकी दीवारों में छेद नहीं होते। यन्त्र का ड्रम इतनी गति से घुमाया जाता है कि यह एक मिनट में लगभग १४०० परिक्रमा करता है। स्टार्च की पतली लेई को अपकेन्द्रीय में डालकर घुमाया जाता है। ड्रम की दीवार पर पतई के रूप में पदार्थ जम जाता है। सबसे बाहर की पतई में भारी रेशे आदि रहते हैं। इससे अन्दर की पतई स्टार्च की होती है और सबसे अन्दर की पतई में ग्लूटेन तथा उसके साथ कुछ स्टार्च मिश्रित अवस्था में रहता है। अन्दर की पतई को पहले खुरच कर अलग निकाल दिया जाता है और फिर इसके बाद स्टार्च की मुख्य पतई को

खुरच कर पृथक् प्राप्त कर लिया जाता है। इस रीति से ग्लूटेन अलग निकल जाता है किन्तु थोड़ा स्टार्च भी इसके साथ चला जाता है।

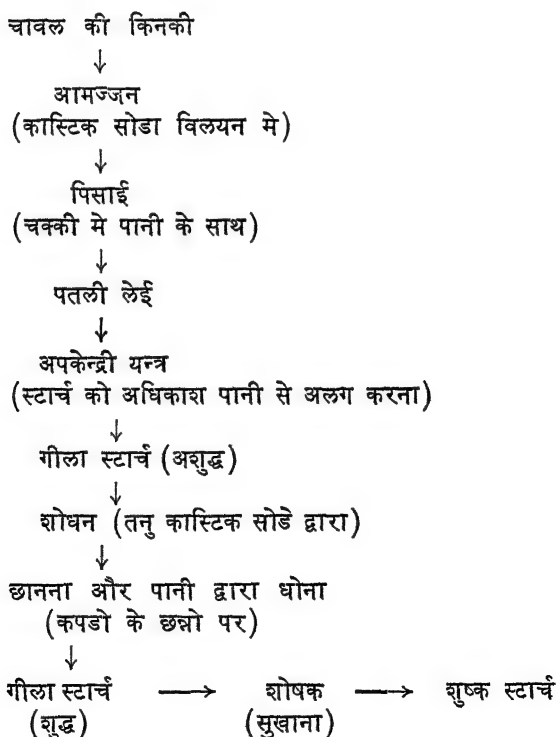
ऊपर अपकेन्द्री यन्त्र में पृथक् होकर जो स्टार्च प्राप्त होता है वह शुद्ध नहीं होता। इसे शुद्ध करने के लिए इसमें पानी तथा थोड़ा तनु कास्टिक सोडा विलयन मिलाया जाता है। इस जलीय निलम्बन को फिर एक पक्ति में प्रबन्धित लकड़ी के ऐसे सन्दूको में पहुँचाया जाता है जिनकी पेदी खुली होती है और इस खुली पेदी में महीन कपड़ा बँधा रहता है जो छत्ते का काम करता है। निलम्बन का पानी कपड़े से धीरे-धीरे छन कर बाहर निकल जाता है और स्टार्च कपड़े के ऊपर ठोस पतल के रूप में बच रहता है। ऐसा प्रबन्ध रहता है कि सन्दूक बराबर हिलती रहे जिससे पानी के छनने की गति बहुत धीमी न रहे। एक दिन बाद अधिकांश पानी छन कर निकल जाता है और स्टार्च जम कर सन्दूक के आकार के बड़े तथा कड़े ढोको (blocks) के रूप में प्राप्त होता है। इस स्टार्च में अब भी लगभग ४०-४५ प्रतिशत पानी रहता है। स्टार्च के इन बड़े ढोको को आयताकार छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर विशेष प्रकार की अँगीठियों (स्टोवो) में सूखने के लिए रख दिया जाता है। इन अँगीठियों में ताप लगभग ५०°-६०° से ० ग्रे० रखा जाता है और ४८ घंटे तक टुकड़ों को सुखाया जाता है। सूखने पर इन टुकड़ों के चारों ओर लगभग आधा इंच मोटी पीली या भूरे रंग की एक पपड़ी जम जाती है। इस पपड़ी को खुरच कर निकाल दिया जाता है। बचा टुकड़ा सूखने पर सफेद रहता है। पीली पपड़ी को पुनः नयी किनकी के साथ मिला कर चक्की में पीसा जाता है और फेंका नहीं जाता।

स्टार्च को सुखाने की क्रिया बड़े महत्त्व की है और इस पर ही स्टार्च का रंग और रूप निर्भर करता है। यदि सफेद मणिभीय रूप में या ढोको के रूप में स्टार्च प्राप्त करना होता है तो स्टार्च के टुकड़ों में से पीली पपड़ी खुरच कर निकालने के बाद टुकड़ों को कागज में लपेट दिया जाता है और प्रथम ४८ घंटे तक ३५° से ० ग्रे० ताप पर रखा जाता है। इसके बाद ३० डिग्री ताप बढ़ा दिया जाता है। फिर इसी प्रकार प्रत्येक २४ घंटे बाद ३० डिग्री ताप तब तक बढ़ाते जाते हैं जब तक ताप ६०° से ० ग्रे० नहीं आ जाता। इस ताप पर स्टार्च के टुकड़ों को दो दिनों तक सूखने दिया जाता है। अब स्टार्च लगभग पूरा सूख जाता है। सुखाने की इस पूरी क्रिया में लगभग दो या तीन सप्ताह लगते हैं। इस प्रकार सुखाये जाने के बाद भी स्टार्च में लगभग १२ प्रतिशत पानी रहता है। सूख जाने के बाद स्टार्च के ढोको के चारों ओर लिपटे कागज को निकाल दिया जाता है और इन ढोको को पैकेट अथवा बोतल में भर कर बाजार में बिकने के लिए भेज दिया जाता है। यदि बहुत सफेद स्टार्च प्राप्त करना नहीं होता तो आरम्भ में ही स्टार्च को

६०° से ० ग्रे० ताप पर सूखने के लिए रख दिया जाता है। स्टार्च दो दिनो में सूख जाता है। इस प्रकार सुखाये गये स्टार्च का रंग थोडा मटमैला होता है।

गेहूँ के स्टार्च की भाँति चावल का स्टार्च भी महीन कपडो पर कलफ देने के लिए बहुत अच्छा होता है। अत आजकल इसका उपयोग गेहूँ के स्टार्च के स्थान मे इस काम के लिए बहुत होने लगा है। चावल के स्टार्च-कण बहुत छोटे होते है, इस कारण लिनेन पर कलफ देने के लिए ठंडे पानी के साथ ही इसका उपयोग किया जा सकता है और साथ ही यह चेहरे के पाउडर के रूप मे इस्तेमाल होने के लिए भी बहुत उपयुक्त है। रगीन फोटो बनाने मे भी चावल के स्टार्च को विभिन्न रंगो मे रँग कर प्रयुक्त किया जाता है।

चावल से स्टार्च बनाने की विधि के विभिन्न पद निम्न मानचित्र मे साकेतिक रूप मे प्रदर्शित किये गये है—



साबूदाना या सैगो स्टार्च (Sago Starch)

साबूदाना ताड़ वर्ग (palms) के कुछ पेड़ों के तनों से प्राप्त किया जाता है। इन पेड़ों में मुख्य ये हैं—सैगस रम्फी (*Sagus rumphii*), सैगस फारनीफेरा (*Sagus farnificia*), सैगस लीवस (*S. laevis*) और एरेगा सैकरीफेरा (*Arenga saccharifera*)। ये पेड़ थोड़ा दलदली स्थानों में उगते हैं और अधिकतर पूर्वीय द्वीप-समूहों में पाये जाते हैं। साइकड वर्ग के कुछ पेड़ों से भी साबूदाना बनाया जाता है और प्रायः लोग भ्रान्तिवश इन पेड़ों को भी सैगो ताड़ कहते हैं।

सैगो ताड़ के पेड़ जब ७-८ वर्ष के होते हैं तब उनमें फूल लगते हैं और एक बार फूल निकल चुकने के बाद पेड़ मर जाते हैं। इस समय इनकी पूर्ण वृद्धि हो चुकी होती है और ये ३० फुट तक ऊँचे होते हैं और इनके तने का व्यास जमीन के पास लगभग दो-तीन फुट तक होता है। पूर्ण वृद्धि अवस्था में पेड़ के पूरे तने में मध्य के पिथ (pith) के भाग में स्टार्च सगृहीत रहता है।

साबूदाना बनाने के लिए सैगो ताड़ के पेड़ को जब वह २५-३० फुट तक ऊँचा होता है गिरा दिया जाता है। सब पत्तियों को झाड़ कर निकालने के बाद पूरे तने को लगभग दो-दो फुट के लम्बे टुकड़ों में काट लिया जाता है। फिर प्रत्येक टुकड़े के चारों ओर का लगभग दो-ढाई इंच मोटा कड़ा छिलका काट कर निकाल दिया जाता है और अब केवल अन्दर का पिथ का भाग रह जाता है जहाँ स्टार्च भरा रहता है। पिथ को छोटे-छोटे पतले टुकड़ों में काट कर पानी में डाल दिया जाता है और पानी में ही खूब कूटा-पीटा जाता है। कूटने-पीटने से पिथ में भरा सब स्टार्च पानी में निकल आता है और स्टार्च का एक निलम्बन प्राप्त होता है। इस स्टार्च-निलम्बन को ताड़ की पत्तियों से बनी चटाइयों द्वारा छाना जाता है। स्टार्च-निलम्बन चटाई के छेदों से छन कर बाहर निकल जाता है, किन्तु पिथ के टुकड़े तथा रेशे चटाई के ऊपर रह जाते हैं। चटाई के ऊपर बचे इस अवशेष को पुनः पानी में डाल कर पहले की भाँति ही कूटा-पीटा और मसला जाता है जिससे पिथ में बचा सब स्टार्च पानी में निकल आये। इस बार प्राप्त स्टार्च-निलम्बन को भी पहले की भाँति ही चटाई द्वारा छाना जाता है। आवश्यकता होने पर चटाई के ऊपर बचे पिथ के अवशेष को पुनः पानी में पूर्व की भाँति कूट-पीट कर शेष स्टार्च को भी ऊपर की विधि द्वारा ही निकाल लिया जाता है। इस प्रकार कई बार ऊपर की क्रिया करने से पिथ में भरा समस्त स्टार्च जलीय निलम्बन के रूप में प्राप्त होता है। इसे स्टार्च-दुग्ध कहते हैं। स्टार्च-दुग्ध को बड़ी-बड़ी अधःसाद टकियों में भर कर थिरने के लिए शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च-कण धीरे-धीरे तली में बैठ जाते हैं और पानी अधिपृष्ठ द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है।

ऊपर से पानी को नित्यार कर अलग निकाल दिया जाता है और तली में एकत्रित स्टार्च प्राप्त कर लिया जाता है। यह स्टार्च अभी शुद्ध नहीं होता और इसमें कुछ रेशे तथा अपद्रव्य मौजूद रहते हैं।

ऊपर बतलायी सब क्रियाएँ उसी स्थान में की जाती हैं जहाँ इन पेड़ों का बाग लगा होता है। जो अशुद्ध स्टार्च प्राप्त होता है उसे शुद्ध करने के लिए निकट के स्टार्च के कारखानों में भेज दिया जाता है। इन कारखानों में अशुद्ध स्टार्च को पानी में मिला कर पुनः निलम्बन के रूप में कर लिया जाता है और फिर कपडों के छत्रों द्वारा छाना जाता है। अपद्रव्य छत्रों के ऊपर रह जाते हैं और स्टार्च-दुग्ध छन कर प्राप्त होता है। स्टार्च-दुग्ध को अधःसाद टकियों में भर कर छोड़ दिया जाता है। स्टार्च-कण धीरे-धीरे तली में बैठ जाते हैं और पानी ऊपर पृथक् हो जाता है। पानी को ऊपर से नित्यार कर निकाल दिया जाता है और तली में बैठे स्टार्च को सुखा कर उपयुक्त रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। यदि साबूदाना स्टार्च को चूर्ण रूप में प्राप्त करना होता है तो गीले स्टार्च को ताड़ की चटाइयों पर फैला कर धूप में सुखाया जाता है और फिर चक्की में चूर्ण कर थैलों में भर कर बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है। किन्तु यदि दानों (साबूदाना) के रूप में प्राप्त करना होता है तो गीले स्टार्च को महीन रन्ध्रों के साँचों के भीतर भर कर दबाया जाता है। रन्ध्रों से छोटे-छोटे दानों के रूप में स्टार्च बाहर निकलता है। इन दानों को ज्विन या कैनवस के बने खटोलों के झूलों पर फैला दिया जाता है। यन्त्र द्वारा इन खटोलों को गोलाई से घुमाते रहने का प्रबन्ध रहता है। जब ये झूले गोलाई से चक्कर करते हैं तो इनमें फैले स्टार्च के दाने भी गोलाई से चक्कर करते हैं और फलस्वरूप गोल हो जाते हैं। इसके बाद इन दानों को धातुओं की बनी छिछली कड़ाइयों में साधारण ताप पर गरम कर सुखा लिया जाता है। अब साबूदाना तैयार हो जाता है और बाजार में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

आजकल सैगो स्टार्च के अतिरिक्त अन्य विभिन्न स्टार्चों से भी दानों के रूप में बन कर स्टार्च बाजार में बहुत आता है। यह सब कृत्रिम साबूदाना है। कृत्रिम साबूदाना बनाने के लिए आलू का स्टार्च सबसे अधिक प्रयुक्त होता है और इसके बनाने की विधि भी ऊपर की ही भाँति है। आलू से कृत्रिम साबूदाना बनाने की विधि निम्न प्रकार है —

आलू के गीले स्टार्च को पिडिका या टिक्की (cake) के रूप में लेकर धातु के साँचों में डाला जाता है जिनकी पेदी में महीन गोल छेद होते हैं। फिर ऊपर से दबाव डाला जाता है जिससे स्टार्च साँचों के छेदों से दानों के रूप में निकलता है। साँचों को बराबर हिलाते रहते हैं जिससे बाहर निकले स्टार्च के दाने परस्पर जुटने न पायें और

पृथक्-पृथक् रहे। इन दानो को फिर छिछले गोल बर्तनो में फैला कर बर्तनो को गोलाई से घुमाया जाता है। बर्तनो के गोलाई से चक्कर करने से दाने भी गोल हो जाते हैं। आरम्भ में थोड़ा-सा सूखा स्टार्च-चूर्ण भी दानो के चारो ओर बर्तन में डाल दिया जाता है। सूखा स्टार्च गीले दानो के चारो ओर लिपट जाता है और दानो को परस्पर जुट कर चिपकने नहीं देता। वास्तविक साबूदाने से मिलता-जुलता बनाने के लिए इन दानो को अन्त में तबे पर थोड़ा भूना जाता है जिससे ये वास्तविक साबूदाने की भाँति हलके भूरे रंग के हो जाते हैं।

साबूदाना जावा के निवासियों का मुख्य भोजन है।

टैपियोका स्टार्च (Tapioca Starch)

टैपियोका पौधे के कन्द से स्टार्च प्राप्त किया जाता है। इस पौधे की कई जातियाँ हैं जिनमें मुख्य रूप से दो जातियों, मैनीहाट यूटीलीसीमा (*Manihot utilisima*) और मैनीहाट पामेटा (*Manihot palmata*), से ही स्टार्च निकाला जाता है। इनके कन्द लगभग १५-२० सेर तक के होते हैं और इनमें २०-३० प्रतिशत तक स्टार्च रहता है। ये पौधे ब्राजिल (Brazil), मैडागास्कर तथा पूर्वी द्वीप-समूह (East Indies) में बहुत उगाये जाते हैं। जावा तथा डच-इण्डोचीन में टैपियोका स्टार्च बहुत बनाया जाता है जो वहाँ का मुख्य उद्यम है। टैपियोका का पौधा दक्षिण भारत में भी उगाया जाता है। जावा, डच-इण्डोचीन तथा दक्षिण भारत में भोजन के रूप में भी इसका बड़ी मात्रा में उपयोग होता है। इसके कन्दों को सुखा कर और पीस कर उसके आटे की रोटियाँ बनायी जाती हैं। कन्दों में थोड़ा सायनिक अम्ल (cyanic acid) रहता है जिसके कारण इसमें कुछ कड़वापन होता है। किन्तु रोटी बनाने में अधिकांश सायनिक अम्ल उड़ कर निकल जाता है। टैपियोका के कन्दों से स्टार्च निकालने में इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि जो पानी स्टार्च निकालने की क्रिया में इस्तेमाल किया जाय उसमें लोहे के लवणों का कोई अंश न रहे, अन्यथा कन्दों में मौजूद सायनिक अम्ल लोहे के लवणों के साथ अभिक्रिया कर नीले रंग का फेरिक-फेरोसायनाइड (ferric-ferrocyanide) यौगिक बनाता है जिसके कारण स्टार्च में नीलापन आ जाता है।

टैपियोका के कन्दों से स्टार्च प्राप्त करने की विधि निम्न प्रकार है —

कन्दों को धोकर और छीलकर पानी के साथ कुचला और पीसा जाता है जिसके फलस्वरूप एक पतली लेई प्राप्त होती है। धोने और छीलने का काम प्रायः हाथ से किया जाता है, किन्तु कुचलने और पीसने के लिए विभिन्न प्रकार की मशीनों का प्रयोग किया जाता है। कन्दों के पीसने के बाद जो लेई प्राप्त होती है उसे ताँबे की चलनियों

के ऊपर पहुँचाया जाता है। ऐसा यान्त्रिक प्रबन्ध किया जाता है कि फुहारे द्वारा पानी लेई के ऊपर बराबर गिरता रहे और बेलनो द्वारा लेई मथी जाती रहे। इस प्रकार पानी की उपस्थिति में बेलनो द्वारा मथे जाने पर लेई का समस्त स्टार्च पानी के साथ एक सफेद पतला निलम्बन बनाता है जो चलनी के भीतर से छन कर बाहर निकल जाता है और रेसो तथा छिलके चलनी की जाली के ऊपर रह जाते हैं। इस स्टार्च-निलम्बन को स्टार्च-दुग्ध कहते हैं। स्टार्च-दुग्ध को फिर अघ साद टकियों में भर कर शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च पत के रूप में तली में धीरे-धीरे बैठ जाता है और पानी अधिशृष्ठ द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है। ऊपर से पानी को निथार कर फेक दिया जाता है। तली में बैठे स्टार्च को एक-दो बार पानी से फिर धो लिया जाता है। प्रत्येक बार के धोवन को ऊपर की भाँति निथार कर निकाल दिया जाता है। अन्तिम बार धोते समय पानी में थोड़ा सोडियम बाइ-सल्फाइट मिला दिया जाता है। बाइ-सल्फाइट स्टार्च के रंग को विरजित कर देता है और स्टार्च स्वच्छ एवं अधिक सफेद प्राप्त होता है। इस प्रकार शोधन करने के बाद स्टार्च को धीमी आँच पर गरम किया जाता है जिससे स्टार्च में मौजूद हाइड्रोसायनिक अम्ल वाष्पित होकर निकल जाय। अन्त में सैगो स्टार्च की भाँति ही या तो इसे पुन गीला कर इसके दाने बना लिये जाते हैं या सुखा कर और पीस कर चूर्ण रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। दानो या चूर्ण को फिर पैकटो तथा डब्बो में भर लिया जाता है।

जावा के कुछ स्थानों में टैपियोका के कन्दों को काट और सुखा कर और फिर पीस कर आटे के रूप में कर लिया जाता है। इस आटे को फिर थैलो में भर कर विदेशों में स्टार्च बनाने के लिए भेज दिया जाता है, जहाँ इससे स्टार्च ऊपर बतलायी विधि द्वारा प्राप्त किया जाता है।

अरारोट (Arrowroot)

अरारोट पश्चिमी द्वीपपुज में बहुत बनाया जाता है और बड़ी अच्छी जाति का स्टार्च है। यह मुख्य रूप से मैरण्टा एरुण्डिनेसी (*Maranta arundinaceae*) नामक पौधे के प्रकन्द (rhizome) से प्राप्त किया जाता है। इस प्रकन्द में लगभग ३० प्रतिशत तक स्टार्च रहता है। इसी वर्ग के दूसरे पौधे, मैरण्टा इण्डिका (*Maranta indica*), मैरण्टा नोबिलिस (*M. nobilis*) तथा मैरण्टा रैमोसिसीमा (*M. ramosissima*) के प्रकन्दों से भी अरारोट थोड़ी मात्राओं में प्राप्त किया जाता है।

ऊपर बतलाये प्रकन्दों से अरारोट निम्न विधि से प्राप्त किया जाता है — प्रकन्द बड़े लम्बे और मोटे होते हैं। इन्हें पहले पानी में भिगो कर खूब साफ किया

जाता है जिससे इनमें चिपकी सब मिट्टी निकल जाय। फिर चाकू द्वारा छील कर ऊपर का छिलका निकाल दिया जाता है। छिलके में एक रेजिन (resin) पदार्थ रहता है और यदि छिलका ठीक से नहीं निकाला जाता और इसका कुछ अंश रह जाता है तो छिलके में मौजूद रेजिन के कारण प्राप्त स्टार्च का रंग पीला या मटमैला रहता है। इसके साथ ही रेजिन की उपस्थिति से अरारोट का स्वाद भी खराब रहता है। छीलने के बाद प्रकन्द को बेलन-चक्कियों (roller mills) में या खुरचने की चक्कियों (scraping mills) में भेजा जाता है जहाँ इन्हें कुचल कर या खुरच कर छोटे-छोटे टुकड़ों में कर लिया जाता है जो पानी के साथ मिल कर लुगदी (pulp) के रूप में हो जाते हैं। इस लुगदी को फिर एक ऐसी चक्की में भेजा जाता है जिसमें आरी की तरह के ब्लेड लगे रहते हैं जो प्रकन्द की कोशिकाओं को फाड़ देते हैं। कोशिकाओं के फट जाने से इनमें भरा स्टार्च मुक्त होकर बाहर निकल आता है। इन्हीं चक्कियों में हथौड़े भी लगे रहते हैं जो लुगदी को साथ ही पीट कर पतली लेई के रूप में परिणत कर देते हैं। इस लेई को टैपियोका स्टार्च में बदलायी विधि के अनुसार ही ताँबे की जाली के ऊपर पानी से मथ कर धोया जाता है जिससे सब स्टार्च जलीय निलम्बन के रूप में छन कर जाली से बाहर निकल आता है और प्रकन्द के रेशे तथा टुकड़े जाली के ऊपर अवशेष के रूप में रह जाते हैं। इस प्रकार जो स्टार्च-निलम्बन (जिसे स्टार्च-दुग्ध कहते हैं) प्राप्त होता है उसे महीन कपड़े से छान कर उसमें उपस्थित महीन रेशे तथा अन्य छोटे टुकड़े निकाल दिये जाते हैं। छाने स्टार्च-दुग्ध को फिर अब साद टकियों में भर कर शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च पत्तों के रूप में धीरे-धीरे तली में बैठ जाता है और पानी अधिशृष्ट द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है। पानी को ऊपर से निधार कर फेंक दिया जाता है। तली में बैठे स्टार्च को फिर स्वच्छ जल से कई बार धोया जाता है। अन्त में धुले शुद्ध स्टार्च को ताँबे की बड़ी-बड़ी चद्दरो पर फैला कर हवा में सूखने के लिए छोड़ दिया जाता है। सूखते समय स्टार्च पर एक महीन कपड़ा ढक दिया जाता है जिससे धूल तथा कूड़ा उड़ कर स्टार्च में न मिलने पाये। इस प्रकार वायु में सुखाये गये अरारोट में लगभग १२-१४ प्रतिशत पानी रहता है। अधिकतर अरारोट इसी अवस्था में बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है, किन्तु यदि इसका सब पानी सुखाना होता है तो इसे मन्द आँच पर धीमी गति से सुखाते हैं। सुखाने के लिए विभिन्न प्रकार के शोषकों का उपयोग विभिन्न कारखानों में अपनी सुविधानुसार किया जाता है।

प्रकन्दों से उनके भार के अनुपात में लगभग २०-२५ प्रतिशत अरारोट स्टार्च प्राप्त होता है।

मकई का स्टार्च (Maize Starch)

मकई का स्टार्च अमेरिका में सबसे अधिक बनाया जाता है। भारतवर्ष में भी मकई से ही स्टार्च मुख्य रूप से प्राप्त किया जाता है। अमेरिका के मध्य तथा दक्षिणी भाग में मकई की खेती बहुत होती है और इस कारण इस क्षेत्र में मकई का स्टार्च बनाने के अनेक कारखाने स्थित हैं। इतने कारखाने होने पर भी अमेरिका में मकई की कुल उपज का केवल तीन प्रतिशत ही स्टार्च अथवा स्टार्च के व्युत्पन्न बनाने के काम में आता है, शेष मकई जानवरों को चारे के रूप में खिला दी जाती है। अमेरिका में स्टार्च बनाने वाले सभी कारखानों ने अपनी-अपनी अनुसन्धान प्रयोगशालाएँ भी स्थापित कर रखी हैं जहाँ स्टार्च बनाने, उसके उपयोग तथा उससे सम्बन्धित अन्य समस्याओं पर खोज का कार्य होता रहता है। इन खोजों के फलस्वरूप स्टार्च के उद्यम में अमेरिका में बड़ी उन्नति हुई है।

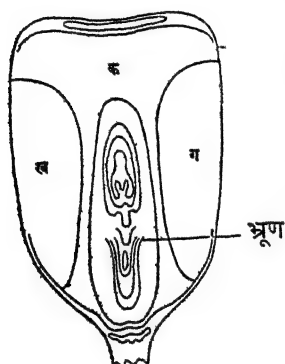
मकई का संग्रह—मकई का दाना जब बिल्कुल पक जाता है तब बहुत समय तक बिना खराब हुए रखा जा सकता है। मकई को सगृहीत कर रखने में यह ध्यान रखा जाता है कि जिस स्थान में यह सगृहीत रखी जाय वहाँ नमी न हो। स्थान का सूखा होना बहुत आवश्यक है। पके दाने में जल की मात्रा १५-१८ प्रतिशत तक होती है। सूखे स्थानों में सगृहीत रखने पर जल की मात्रा घटकर १० प्रतिशत तक हो जाती है। यदि मकई में जल की मात्रा १८ प्रतिशत से अधिक रहती है तो मकई के दानों में मौजूद एंजाइम क्रियाशील हो जाते हैं और मकई के स्टार्च पर क्रिया करना आरम्भ कर देते हैं, जिसके फलस्वरूप स्टार्च विच्छेदित होता रहता है और इसकी मात्रा मकई में क्रमशः घटती रहती है। यदि नमी कुछ अधिक होती है तो मकई के दानों पर एक फफूंद आक्रमण करता है जिसके कारण दाने बहुत शीघ्र नष्ट हो जाते हैं। यह फफूंद वृद्धि कर अपना कवक जाल (mycelium) दानों पर फैलाता है। कवक जाल के तन्तु दानों के छिलके को फोड़कर भ्रूण वाले सिरे की तरफ से अन्दर घुसते हैं। ये पहले भ्रूण में एकत्रित खाद्य द्रव्य को खाते हैं और फिर भ्रूणपोष (एण्डोस्पर्म, endosperm) के भोजन द्रव्य को अपना आहार बनाते हैं। इस प्रकार फफूंद द्वारा मकई का स्टार्च धीरे-धीरे खाया जाकर समाप्त हो जाता है। अतः फफूंद तथा एंजाइम से मकई की रक्षा करने के लिए यह आवश्यक है कि भण्डार-गृह का स्थान, जहाँ मकई सगृहीत रखी गयी है, एकदम सूखा हो।

मकई का संगठन—मकई के दानों का औसत संगठन निम्न भाँति रहता है —

स्टार्च	.	५५ प्रतिशत
शर्करा तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट	..	१५ प्रतिशत

प्रोटीन	..	१० ५ प्रतिशत
वसा	..	५ ० प्रतिशत
खनिज द्रव्य	..	२ ५ प्रतिशत
जल	..	१२ ० प्रतिशत

मकई के दाने में चार भाग होते हैं—(१) बाहरी पतला छिलका जो अन्य भागों को ढके रहता है, (२) भ्रूण या अँखुआ (embryo) जो दाने के एक सिरे पर स्थित रहता है और उगने पर बीजाकुर (seedling) को जन्म देता है, (३) भ्रूणपोष (endosperm) की ऊपर की पर्त जो भ्रूण वाले सिरे के विरुद्ध तरफ के



चित्र ३—मकई का दाना
(क, ख, ग—भ्रूणपोष)

सिरे में रहती है। इसका रंग कुछ हलका होता है, (४) भ्रूणपोष की नीचे की दूसरी पर्त। यह पर्त भ्रूण के पास तथा ऊपर की भ्रूणपोष की पर्त के नीचे रहती है। इसका रंग ऊपर की पर्त की अपेक्षा कुछ अधिक गहरा रहता है। भ्रूणपोष में ही स्टार्च सगृहीत रहता है। स्टार्च के अतिरिक्त भ्रूणपोष की नीचे की पर्त में ग्लूटेन (प्रोटीन) पर्याप्त मात्रा में रहता है, किन्तु ऊपर की पर्त में प्रोटीन बहुत कम रहती है। ऊपर की पर्त में स्टार्च अपेक्षाकृत बड़े कणों के रूप में स्थित रहता है। इस पर्त में प्रोटीन की मात्रा भी बहुत कम होती है, इस कारण स्टार्च-कणों को पृथक् करने में विशेष कठिनाई नहीं पड़ती। नीचे की भ्रूणपोष की पर्त में स्टार्च के कण बहुत छोटे होते हैं। ये कण यहाँ बड़ी मात्रा में उपस्थित अविलेय

ग्लूटेन द्वारा परस्पर घने रूप में चिपके रहते हैं और सरलता से पृथक् नहीं होते। अतः भ्रूणपोष की इस पर्त के स्टार्च को प्राप्त करने के लिए पहले यहाँ उपस्थित प्रोटीन को मुलायम कर स्टार्च-कणों को उससे पृथक् करने की आवश्यकता होती है और इसमें काफी कठिनाई होती है।

छिलके में अविलेय सेल्यूलोस तथा कुछ अन्य कार्बोहाइड्रेट और खनिज द्रव्य रहते हैं। पानी में भिगोने से छिलका मुलायम पड़ जाता है और फिर दाने के ऊपर से सरलता से निकाला जा सकता है।

भ्रूण के पदार्थों में मुख्य रूप से तेल रहता है।

मकई के दानो में मौजूद प्रोटीन मुख्य दो होती है—ज़ीन (zein) और ज़ीनिन (zeanin)। सूक्ष्म मात्राओं में प्रायः ऐल्ब्यूमिन (albumin) भी रहता है। ज़ीन और ज़ीनिन दोनों ही पानी में अविलेय हैं, किन्तु खनिज अम्लों तथा दाहक क्षारों में विलेय हैं। ज़ीन जलीय ऐल्कोहल में भी विलेय है। ऐल्ब्यूमिन पानी में थोड़ा विलेय होता है।

मकई के तेल में मुख्य रूप से पामीटिक, ओलीक तथा लिनोलीक (palmitic, oleic and linoleic) अम्लों के ग्लिसराइड रहते हैं। मकई में पाये जाने वाले खनिज द्रव्य में फास्फोरस तत्त्व सबसे अधिक रहता है, इसके बाद पोटैशियम और मैग्नीशियम की मात्रा रहती है। इनके अतिरिक्त कैल्सियम, सोडियम, सिलिकन, क्लोरीन, लोहा तथा गन्धक तत्त्व भी सूक्ष्म मात्राओं में रहते हैं। फास्फोरस मुख्य रूप से फाइटिक अम्ल (phytic acid) के लवण के रूप में रहता है। ये लवण तनु खनिज अम्लों में विलेय होते हैं।

मकई के दानों को कूच कर इसे पानी के साथ निष्कर्षित करने पर मकई के विलेय पदार्थ विलयन के रूप में अलग निकल आते हैं। इन विलेय पदार्थों में मुख्य रूप से सरल शर्कराएँ (पेटोस) रहती हैं। मकई के दानों में जो एंजाइम रहते हैं वे इन शर्कराओं को किण्वित कर लैक्टिक अम्ल में परिणत करने का गुण रखते हैं। यह अम्ल फाइटेट लवणों को विच्छेदित कर फास्फेट और आइनोसिटॉल (inositol) में परिवर्तित कर देता है और प्रोटीन को विघटित कर क्रमशः सरल पेप्टाइड, ऐमिनो अम्ल और ऐमोनिया उत्पन्न करता है।

मकई से स्टार्च प्राप्त करना—मकई के दानों से स्टार्च प्राप्त करने में निम्न क्रियाएँ की जाती हैं —

मकई के बोजों को सफाई और आमज्जन (Cleaning and steeping of maize seeds)—मकई के दानों में भूसी, पत्ती तथा मिट्टी, ककड़ आदि मिले रहते हैं। इन अपद्रव्यों को सबसे पहले निकालना आवश्यक है। सफाई की क्रिया में सर्वप्रथम दानों को ओसाई-मिल (winnowing mills) में पहुँचाया जाता है। यहाँ तेज़ हवा की धारा प्रवाहित की जाती है जो धूल, भूसी, मकई के हलके सूक्ष्म टूटे कण तथा अन्य हलके अपद्रव्यों को उड़ा कर दानों के ढेर से पृथक् दूसरे स्थान में एकत्रित कर देती है। फिर बड़े चलनी द्वारा दानों को चाला जाता है जिससे बड़ी ककड़ियाँ और कोयले के टुकड़े पृथक् हो जाते हैं। अनाज को एक स्थान से दूसरे स्थान में ट्रकों आदि में भर कर भेजने में प्रायः लोहे के टुकड़े भी दानों में मिल जाते हैं। इन्हें चुम्बक की सहायता से अलग कर लिया जाता है।

भूसी, ककड आदि की सफाई के बाद दानो को सीमेण्ट के बने बड़े-बड़े कुशूलों (धान्यकोष्ठको, bins) में भर कर सगृहीत कर दिया जाता है। प्रत्येक कारखाने में इतनी मकई कुशूलों में सगृहीत रखी जाती है कि कम से कम एक महीने तक फ्रैक्टरी चलायी जा सके। यदि कारखाने में आयी मकई कुछ नम रहती है तो इसे कुशूलों में भरने के पहले आवश्यक मात्रा तक सुखा भी लिया जाता है। यदि कारखाने में अनाज को सुखाने की ठीक व्यवस्था नहीं रहती तो इस नम अनाज को ही सबसे पहले स्टार्च प्राप्त करने के लिए उपयोग में ले आते हैं।

कुशूलों से सम्बन्धित निरन्त पट्टा वाहक (endless belt conveyers) रहते हैं जिनके द्वारा अनाज कुशूलों से ऐसे स्थान में पहुँचाया जाता है जहाँ यह तोला जाकर बड़ी-बड़ी खद्यधानियों (सस्यपात्रों, hoppers) में भर दिया जाता है। खद्यधानियों में लगभग ६०° से ० ग्रे० ताप का गरम पानी इतना भरा जाता है कि मकई के दाने डूबे रहे। साधारणतः तीस घण्टों तक मकई को गरम पानी में भीगने दिया जाता है। इस क्रिया को आमज्जन (steeping) कहते हैं। आमज्जन का निम्न कार्य होता है —

(१) आमज्जन से दानों के छिलके मुलायम हो जाते हैं जिससे छिलका सरलता से अलग हो जाता है और फिर दानों में मौजूद प्रोटीन, स्टार्च आदि भी सरलता से पृथक् किये जा सकते हैं।

(२) आमज्जन की क्रिया द्वारा मकई में मौजूद विलेय पदार्थ दानों से निकल कर पानी में घुल जाते हैं।

(३) प्रायः खेत से विभिन्न जीवाणु, फफूँद तथा अन्य अणुजीव दानों के साथ चिपक कर मकई में पहुँच जाते हैं। आमज्जन में ये अणुजीव अधिकांश मात्रा में निकल जाते हैं।

(४) दानों में मिट्टी तथा भूसी आदि जो अपद्रव्य रहते हैं वे निकल जाते हैं और दानों की पूरी सफाई हो जाती है।

आमज्जन-क्रिया में मकई के दाने धीमी गति से पानी सोखते हैं और फूल कर मुलायम हो जाते हैं। ये लगभग ३०-४० घण्टों में पूरा पानी सोख लेते हैं और इस समय इनमें ३५-४० प्रतिशत तक शोषित जल रहता है।

मकई के दानों से स्टार्च के पृथक् होने की क्रिया की सफलता बहुत अंश में इस बात पर निर्भर करती है कि आरम्भ में मकई के दानों का आमज्जन ठीक से किया गया था या नहीं। यदि आमज्जन की क्रिया ठीक ढंग से, ठीक समय तक तथा उपयुक्त विद्युद्द्विश्लेष्य (electrolytes) की उचित मात्रा की उपस्थिति में नहीं की जाती तो

यद्यपि स्टार्च-कण प्रोटीन के जाल में तो ढीले हो जाते हैं पर तलछटीकरण में प्रोटीन-कणों से पूर्ण रूप से पृथक् नहीं हो पाते ।

ऊपर वर्णन की गयी विधि को स्टार्च-उद्योग में गीली विधि (wet method) कहते हैं । इस विधि में एक बड़ा दोष यह है कि मकई से स्टार्च प्राप्त करने की क्रिया में मकई पर जीवाणु तथा फफूंदों के आक्रमण का भय रहता है । जीवाणुओं में लैक्टिक अम्ल जीवाणु तथा फफूंदों में यीस्ट का आक्रमण विशेष रूप से होता है । जिस पानी में मकई के दाने आमज्जन के लिए भिगोये जाते हैं उस पानी में ही थोड़े समय बाद लैक्टिक अम्ल जीवाणु पहुँच जाते हैं । पिसाई के समय जब ताप कम रहता है तब यीस्ट तथा इसकी तरह के अन्य फफूंद उत्पन्न हो जाते हैं । इनके आक्रमण करने और क्रियाशील होने पर स्टार्च तथा प्रोटीन का बहुत-सा अंश किण्वन द्वारा अन्य पदार्थों में परिणत हो जाता है, फलस्वरूप स्टार्च कम प्राप्त होता है । साथ ही एक दूसरी कठिनाई यह होती है कि किण्वन में उत्पन्न हुए पदार्थ स्टार्च-कणों के शीघ्र पृथक् होने में बाधा उपस्थित करते हैं । इन अणुजीवों का आक्रमण तथा उनकी वृद्धि रोकने के लिए विभिन्न रासायनिक द्रव्यों का उपयोग किया जाता है । इन द्रव्यों में सल्फर डाइ-आक्साइड (SO_2) का उपयोग सबसे अधिक होता है, क्योंकि यह सस्ता पड़ता है और इसमें अणुजीवों को शीघ्र नष्ट करने का गुण होता है । यदि सल्फर डाइ-आक्साइड अथवा अन्य कोई अणुजीवनाशक पदार्थ का उपयोग नहीं किया जाता तो लैक्टिक अम्ल जीवाणु तथा फफूंदों की वृद्धि शीघ्र होती है । ये दोनों विलेय शर्करा पदार्थों का किण्वन करते हैं जिसके फलस्वरूप लैक्टिक अम्ल, ऐसीटिक अम्ल, ऐलकोहल तथा कुछ अन्य पदार्थ उत्पन्न होते हैं । इनके द्वारा कुछ प्रोटीन पदार्थ का भी विघटन होता है जिसके फलस्वरूप पेप्टाइड तथा ऐमिनो अम्ल उत्पन्न होते हैं । अणुजीवों की मकई के पदार्थ पर अधिक क्रिया होने से, जैसा ऊपर बतलाया गया है, स्टार्च की प्रतिशत मात्रा कम प्राप्त होती है और साथ ही इसके पृथक् करने में भी कठिनाई उपस्थित होती है । किन्तु अणुजीवों की थोड़ी क्रिया मकई से स्टार्च सफलतापूर्वक प्राप्त करने के लिए आवश्यक भी है । आमज्जन-क्रिया के लिए जिस पानी में मकई के दाने भिगोये जाते हैं उसमें दानों की थोड़ी प्रोटीन घुल कर मिल जाती है । इसमें घुलित पदार्थों को प्राप्त करने के लिए जब इस आमज्जक जल को वाष्पित किया जाता है तो वाष्पको (evaporators) की दीवारों पर तथा भाप के नलों पर यह घुली प्रोटीन स्कन्धित (coagulated) होकर एक कड़ी पर्त के रूप में जम जाती है । यदि आरम्भ में इस प्रोटीन का अणुजीवों द्वारा थोड़ा विघटन करा दिया जाता है तो प्रोटीन ऐसे पदार्थों में परिवर्तित हो जाती है जिनमें स्कन्धित होने का गुण नहीं रहता और फिर इसकी कोई कड़ी पपड़ी वाष्पको की दीवारों पर जमने

नहीं पाती। किन्तु इस विघटन की क्रिया पर नियन्त्रण रखना आवश्यक है, और इसे एक सीमा के बाहर नहीं होने दिया जाता। यदि इस विघटन पर कोई नियन्त्रण नहीं रखा जाता तो अणुजीवों द्वारा प्रोटीन का यह विघटन बराबर होता रहता है और प्रोटीन-अणु क्रम से सरल अणु में विच्छेदित होता हुआ अन्त में ऐमिनो अम्ल तथा कुछ सरल नाइट्रोजन-युक्त भास्मिक पदार्थ उत्पन्न करता है। ये पदार्थ स्टार्च में मिश्रित हो जाते हैं और इनकी उपस्थिति के कारण अन्त में स्टार्च को तलछटीकरण द्वारा पृथक् करने में कठिनाई होती है। ये नाइट्रोजन वाले पदार्थ स्टार्च-कणों पर मजबूती से अधिशोषित हो जाते हैं और शीघ्र निकलते नहीं। अतः जो स्टार्च प्राप्त होता है वह भी बहुत शुद्ध नहीं रहता और उसमें नाइट्रोजन-युक्त यौगिक सूक्ष्म मात्राओं में अधिशोषित अवस्था में रहते हैं। ऐसे अशुद्ध स्टार्च से जब शर्करा बनायी जाती है तो स्टार्च में मौजूद ये नाइट्रोजन यौगिक कुछ रगीन पदार्थ उत्पन्न करते हैं जिनके कारण शर्करा में रंग रहता है और इसका मूल्य बाजारों में अच्छा नहीं मिलता।

आरम्भ में थोड़ा लैक्टिक अम्ल का बनना भी स्टार्च पृथक् करने में सहायक होता है। लैक्टिक अम्ल आमज्जन-क्रिया में मर्कई के ग्लूटेन को मुलायम कर देता है। ग्लूटेन के मुलायम हो जाने से इसके द्वारा बन्धित स्टार्च-कणों के बन्धन भी ढीले हो जाते हैं और फलस्वरूप स्टार्च का पृथक्करण सरल हो जाता है। आमज्जन की क्रिया में मर्कई के दानों में मौजूद कुछ मैग्नीशियम तथा कैल्सियम के लवण घुलकर पानी में मिल जाते हैं। लैक्टिक अम्ल इन लवणों को भी क्रमशः मैग्नीशियम और कैल्सियम लैक्टेट में बदल देता है जो विलेय होने के कारण पानी में घुले रहते हैं। लैक्टिक अम्ल की अनुपस्थिति में मैग्नीशियम और कैल्सियम के लवण कम विलेय होते हैं और वाष्पको तथा भाप के नलों पर वाष्पन के समय कड़ी पपड़ी के रूप में जम जाते हैं और सरलता से निकाले नहीं जा सकते। जहाँ एक ओर लैक्टिक अम्ल की थोड़ी मात्रा लाभप्रद है, वहाँ दूसरी ओर लैक्टिक अम्ल की अधिक मात्रा का रहना हानिप्रद है। लैक्टिक अम्ल के अधिक रहने पर तलछटीकरण की क्रिया में स्टार्च का पृथक्करण बहुत धीमी गति से होता है और बहुत समय लगता है।

आरम्भ में जब थोड़ा किण्वन होता है तो मर्कई का फाइटिन (phytin) पदार्थ भी विच्छेदित होकर विलेय फास्फेट उत्पन्न करता है। फास्फेट की उपस्थिति में तलछटीकरण की गति तीव्र हो जाती है, अतः थोड़ा फास्फेट का रहना भी लाभप्रद है।

विभिन्न रसायनज्ञों ने मर्कई से स्टार्च प्राप्त करने में सल्फर डाइ-आक्साइड के उपयोग का इसके अणुजीवनाशक गुण की दृष्टि से अध्ययन किया है। यह ज्ञात हुआ है कि मुक्त सल्फर डाइ-आक्साइड या सल्फ्यूरस अम्ल ०.०२ से ०.०३ प्रतिशत मात्रा में

रहने पर अणुजीवो की वृद्धि को रोक देता है। अणुजीवो की वृद्धि रोकने की इसकी शक्ति 30° से 40° सें० ग्रे० ताप पर बहुत बढ़ जाती है। आमज्जक जल में जितना सल्फर डाइ-आक्साइड आरम्भ में मिलाया जाता है वह सब मुक्त रूप में नहीं रहता। उसका अधिक भाग बाइसल्फाइड लवण में परिवर्तित हो जाता है जो कीटोस शर्करा तथा अन्य शर्कराओ के साथ योगशील यौगिक बना कर उस रूप में बन्धित रहता है। इस बन्धित अवस्था में सल्फर डाइ-आक्साइड अणुजीवो को नष्ट करने की शक्ति नहीं रखता। इस प्रकार सल्फर डाइ-आक्साइड की पर्याप्त मात्रा का उपयोग करना पड़ता है, जिससे बन्धित रूप में परिवर्तित होने के बाद भी इतनी सल्फर डाइ-आक्साइड मुक्त रूप में बच रहे कि अणुजीवो की वृद्धि को रोक सके।

सल्फर डाइ-आक्साइड की उपयोगिता का अध्ययन आमज्जक (steeping agent) के रूप में भी किया गया है। जैसा पहले बतलाया जा चुका है, मकई में स्टार्च-कण प्रोटीन के जाल में अन्दर घुसे रहते हैं और बड़ी मजबूती से बन्धित रहते हैं। आमज्जन-क्रिया में यह जाल पानी शोषित कर फूलता है और फलस्वरूप प्रोटीन जलयोजित हो जाती है। जलयोजित अवस्था में होने पर प्रोटीन नन्हें-नन्हें गोल कणों में परिवर्तित हो जाती है। साथ ही प्रोटीन-कणों की द्विवर्तनता (birefringence) नष्ट हो जाती है और इसका थोड़ा आकीर्णन (dispersion) हो जाता है। इस आकीर्णन के फलस्वरूप प्रोटीन के जाल के बन्ध ढीले हो जाते हैं और जाल विच्छिन्न हो जाता है। फलस्वरूप स्टार्च-कण सरलता से पृथक् हो जाते हैं। यदि आमज्जक जल में थोड़ा सल्फर डाइ-आक्साइड रहता है तो प्रोटीन के आकीर्णन की क्रिया अधिक तीव्रता से होती है और फलस्वरूप स्टार्च का पृथक्करण भी अधिक सफलतापूर्वक होता है। प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि शुद्ध आसुत जल में 40° सें० ग्रे० ताप पर मकई के दानों को २४ घण्टे तक आमज्जन के लिए रखने पर ६४ प्रतिशत स्टार्च प्राप्त होता है, किन्तु यदि आमज्जक जल में 0.1 से 0.3 प्रतिशत तक सल्फर डाइ-आक्साइड घुला दी जाय तो 90 प्रतिशत तक स्टार्च प्राप्त होता है। ऐसीटिक और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल सल्फर डाइ-आक्साइड की तुलना में विशेष लाभ-प्रद नहीं है। किन्तु सल्फर डाइ-आक्साइड के साथ थोड़ा लैक्टिक अम्ल भी आमज्जक जल में मिला देने से आमज्जन में मकई के दाने अधिक शीघ्र मुलायम हो जाते हैं।

सल्फर डाइ-आक्साइड यद्यपि अच्छा आमज्जक है, फिर भी इसके उपयोग में कई दोष हैं। सब से मुख्य दोष यह है कि जिस ताप पर यह अधिक क्रियाशील होता है उस ताप पर यह बहुत वाष्पशील भी है जिसके कारण यह जलीय विलयन से उड़कर निकल जाता है। साथ ही इसका जलीय विलयन एक तीव्र अम्ल होने के कारण कारखाने

के उपकरणों पर बहुत सक्षारक (corrosive) प्रभाव डालता है जिससे उपकरण शीघ्र नष्ट हो जाते हैं। सल्फ्यूरस अम्ल में एक दोष यह भी है कि यह स्टार्च का थोड़ा जल-विश्लेषण कर इसके अणु को कुछ सरल बना देता है, जिसके कारण इस स्टार्च से लेई बनाने पर लेई की रयानता (viscosity) बहुत कम रहती है।

सल्फर डाइ-आक्साइड के ऊपर बतलाये दोषों के कारण इसका उपयोग बहुत सीमित तथा नियन्त्रित रूप में ही होता है। इसके स्थान में अन्य आमज्जक के उपयोग के सम्बन्ध में बहुत खोज की गयी है, किन्तु किसी एक आमज्जक के सम्बन्ध में सब का मत एक नहीं है। कुछ रसायनज्ञ किसी एक आमज्जक को अच्छा बतलाते हैं और कुछ किसी दूसरे को। उदाहरणार्थ, एक रसायनज्ञ ने बतलाया है कि सोडियम बेजोएट की उपस्थिति में सल्फर डाइ-आक्साइड का उपयोग करने से अच्छा फल प्राप्त होता है और अकेले सल्फर डाइ-आक्साइड के उपयोग किये जाने में जो दोष रहते हैं वे नहीं रहते। मॉनोक्लोरोबेजीन और आर्थो-क्लोरोटॉल्युईन का उपयोग भी इस कार्य के लिए सन्तोषप्रद सिद्ध हुआ है और इनके उपयोग का पेटेण्ट भी कराया गया है। कुछ लोगों ने फॉर्मैल्डीहाइड तथा कुछ अन्य ने ओज़ोन के उपयोग का सुझाव दिया है।

सल्फर डाइ-आक्साइड के उपयोग के बहुत पहले सन् १८५८ में स्ट्रैटन (Stratton) नामक व्यक्ति ने क्षारीय आमज्जन की विधि ज्ञात की थी और बहुत वर्षों तक इस विधि का प्रचलन रहा, किन्तु बाद में सल्फर डाइ-आक्साइड का उपयोग ज्ञात हो जाने पर क्षारीय विधि समाप्त हो गयी। अब पुनः इस विधि की ओर लोगों का ध्यान आकर्षित हुआ है।

आमज्जन-क्रिया कई प्रकार से की जाती है। सबसे सरल साधारण विधि में एक बड़े लकड़ी के कुण्ड (vat) में लगभग आधी ऊँचाई तक मकई के दानों को भर कर उसमें इतना गरम पानी भर दिया जाता है कि मकई के दाने पानी में डूबे रहें। इस पानी में उपयुक्त आमज्जक, जैसे सल्फर डाइ-आक्साइड, उचित मात्रा में डाल दिया जाता है। आमज्जक जल का ताप लगभग ५०° से ७०° रेखा जाता है और ४० से ४८ घण्टे तक मकई के दाने पानी में रखे जाते हैं। इसके बाद आमज्जक जल को ऊपर से निथार कर निकाल दिया जाता है और मकई को चक्की में भेज दिया जाता है। इस विधि का सबसे बड़ा दोष यह है कि इसमें अपेक्षाकृत बहुत अधिक पानी मकई के दानों को मुलायम करने तथा उनमें मौजूद विलेय पदार्थों को घुला कर निकालने के लिए लगता है। किन्तु इसके साथ ही इस विधि में अन्य विधियों की तुलना में कुछ अच्छाइयाँ भी हैं। इस विधि में एक कुण्ड में ही आमज्जन की क्रिया कराने से एक

बड़ा लाभ यह है कि अणुजीवनाशक पदार्थ ऐसे स्थान में डाला जाता है जहाँ इसका प्रभाव अधिकतम पड़ता है। साधारणतः जीवाणु तथा फफूँद मकई के दानों के साथ बाहर से तथा कारखाने के पानी के साथ, जो आमज्जन के लिए प्रयुक्त किया जाता है, आमज्जक कुण्ड में पहुँचते हैं। इस विधि में आमज्जक कुण्ड में ही आमज्जक मिलाने से सीधे इसका पूरा प्रभाव जीवाणुओं और फफूँदों पर पड़ता है जिसके फलस्वरूप आमज्जक की कम मात्रा से ही काम चल जाता है और जीवाणुओं तथा फफूँदों द्वारा मकई के पदार्थ को क्षिप्त करने की क्रिया नियन्त्रित की जा सकती है।

आमज्जक की कम मात्रा के इस्तेमाल होने से एक बड़ा लाभ निम्न होता है—

जैसा पहले बतलाया जा चुका है, सल्फर डाइ-आक्साइड या अन्य आम्लिक आमज्जक स्टार्च का जल-विश्लेषण भी करते हैं जिसके कारण स्टार्च की कम मात्रा प्राप्त होती है। अम्ल की जितनी अधिक मात्रा होगी स्टार्च का जल-विश्लेषण भी स्वभावतः उतना ही अधिक होगा। ऊपर की एक-कुण्ड की विधि में आमज्जक की अपेक्षा-कृत कम मात्रा इस्तेमाल की जाती है, अतः स्टार्च का जल-विश्लेषण विशेष नहीं हो पाता।

आमज्जक जल में जितना अम्ल डाला जाता है वास्तव में दानों के भीतर हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता उसके अनुपात से कम रहती है। मकई के दानों के भीतर फास्फेट और फाइटिन रहते हैं। ये प्रतिरोधक (buffers) का काम करते हैं। अतः मकई के दाने आमज्जक जल में से जो अम्ल शोषित करते हैं उसकी हाइड्रोजन आयन सान्द्रता दानों के भीतर इन प्रतिरोधक पदार्थों द्वारा घटायी जाकर एक सीमा के भीतर नियन्त्रित रहती है। इस प्रकार मकई के दानों के भीतर का स्टार्च जिस विलयन के सम्पर्क में आता है, उसकी हाइड्रोजन आयन-सान्द्रता इतनी कम रहती है कि स्टार्च पर उसका कोई विशेष जल-विश्लेषक प्रभाव नहीं पड़ने पाता और फलस्वरूप स्टार्च की मात्रा में विशेष कमी नहीं होती।

मकई के दानों के भीतर के प्रतिरोधक पदार्थ गरम अम्लीय पानी में विलेय होते हैं और यदि बहुत अधिक पानी का उपयोग आमज्जन के लिए किया जाता है तो ये बहुत शीघ्र पानी में घुलकर दानों के भीतर से निकल जाते हैं। इनके निकल जाने के बाद दानों के भीतर शोषण द्वारा जो विलयन पहुँचता है उसकी हाइड्रोजन आयन-सान्द्रता वही रहती है जो इस विलयन की आरम्भ में थी। फलस्वरूप दानों के भीतर हाइड्रोजन आयन-सान्द्रता वही रहती है जो आमज्जक जल की रहती है। आमज्जन की कुछ अन्य विधियों में, विशेषकर प्रतिधारा सिद्धान्त (counter current principle) पर आश्रित विधि में, दानों के भीतर के प्रतिरोधक पदार्थ अधिक शीघ्र पानी में घुल कर निकल जाते

है जिससे बाहर के आमज्जक जल की जो अम्लीयता रहती है वही दानो के भीतर की हो जाती है। फलस्वरूप इस अम्लीयता का स्टार्च के जल-विश्लेषण पर अपेक्षाकृत अधिक प्रभाव पड़ता है। एक-कुण्ड की विधि में दाने के अन्दर के प्रतिरोधक पदार्थ इतना शीघ्र नहीं निकलते और इस कारण दानो के भीतर की अम्लीयता इन पदार्थों के नियन्त्रण के कारण सदा बाहर के आमज्जक जल से कम रहती है। अतः इस विधि से स्टार्च की मात्रा अधिक प्राप्त होती है और यह स्टार्च उत्तम कोटि का भी होता है।

एक-कुण्ड की विधि में, जैसा पहले बतलाया जा चुका है, एक बड़ा दोष यह है कि इसमें पानी का खर्च बहुत अधिक होता है। अतः पानी के खर्च को घटाने के लिए आज-कल आमज्जन उन विधियों द्वारा किया जाता है जो प्रतिधारा सिद्धान्त पर आश्रित है। इन विधियों में पानी निम्न प्रकार से इस्तेमाल किया जाता है —

स्वच्छ ताजा जल स्टार्च को धोकर शुद्ध करने के लिए केवल अन्तिम पद (last stage) में इस्तेमाल किया जाता है। स्टार्च को धोने के बाद यह धोवन फिर इससे पूर्व की स्टार्च के तलछटीकरण करने की क्रिया में इस्तेमाल किया जाता है। इसी प्रकार क्रम से अपने पूर्व की क्रिया में आगे की प्रत्येक क्रिया का धोवन इस्तेमाल होते-होते अन्त में एक अवशोषण स्तम्भ (absorption tank) में पहुँचता है जहाँ इसमें सल्फर डाइ-आक्साइड की आवश्यक मात्रा शोषित करा दी जाती है। इसे अब आमज्जन कार्य के लिए आमज्जक कुण्डों में भेज दिया जाता है। इस रीति से विभिन्न पदों में इस्तेमाल होकर जब यह पानी आमज्जक कुण्डों में पहुँचता है तो इसमें लगभग ४ से १५ ग्राम प्रति लिटर तक विलेय पदार्थ घुले रहते हैं।

प्रतिधारा आमज्जन की अधिक प्रचलित विधि में १२-१४ खुले आमज्जक कुण्ड रहते हैं जो क्रम से पक्व में प्रबन्धित रहते हैं। इस पक्व के एक सिरे के आमज्जक कुण्ड में मकई के सूखे दाने भरे रहते हैं तथा दूसरे सिरे के कुण्ड में पूरी तरह आमज्जित हुए दाने रहते हैं। प्रत्येक कुण्ड में ऐसा प्रबन्ध रहता है कि आमज्जक जल नीचे पेदी से निकल कर नलों में भ्रमण करता हुआ फिर ऊपर से दूसरे कुण्ड में गिरता है। इन नलों को भाप द्वारा गरम रखा जाता है। इस रीति से आमज्जक द्रव का ताप आवश्यकता-नुसार रखा जाता है। निश्चित समय तक आमज्जन की क्रिया के होने के बाद प्रत्येक कुण्ड का आमज्जक द्रव क्रम से अपने पूर्व के कुण्ड में उस दिशा की ओर भरा जाता है जिसमें दाने क्रम से अधिक ताजे रहते हैं, अर्थात् बाद में भरे हुए। इस प्रकार इस विधि में एकदम ताजा पानी उस अन्तिम कुण्ड में जाता है जिसमें दाने आमज्जन की अन्तिम अवस्था में रहते हैं और सबसे प्रथम कुण्ड में, जिसमें एकदम सूखा ताजा मकई का दाना भरा रहता है, वह पानी पहुँचता है जो आगे के आमज्जक कुण्डों से होता हुआ आया है।

अतः प्रथम आमज्जक कुण्ड के जल में सबसे अधिक मात्रा में मर्कई के विलेय पदार्थ घुले रहते हैं। इस कुण्ड में उपयोग होने के बाद इस आमज्जक द्रव को निकाल कर पंप द्वारा वाष्पको में पहुँचाया जाता है जहाँ इसका वाष्पन कर इसमें घुला पदार्थ प्राप्त कर लिया जाता है।

इस विधि का एक सबसे बड़ा दोष यह है कि जब एक कुण्ड से आमज्जक द्रव दूसरे कुण्ड में पम्प द्वारा पहुँचाया जाता है तब पहले कुण्ड के दाने कुछ समय के लिए हवा में खुले पड़े रहते हैं। दानों के इस प्रकार भीगी अवस्था में खुले रहने से इनमें वायु से जीवाणुओं को पहुँचने तथा वहाँ पहुँच कर वृद्धि करने का अवसर मिलता है। दूसरा दोष इस विधि में यह है कि यदि आमज्जन में सल्फर डाइ-आक्साइड-जैसे किसी वाष्पशील आमज्जक का उपयोग किया गया है तो इसका बहुत-सा अंश आमज्जक द्रव को एक कुण्ड से दूसरे कुण्ड में पम्प द्वारा पहुँचाने की क्रिया में उड़कर निकल जाता है और इस कारण आमज्जक का काफी मात्रा में उपयोग करना पड़ता है जिससे खर्च अधिक पड़ता है। इसके साथ ही एक कठिनाई यह भी उपस्थित होती है कि सल्फर डाइ-आक्साइड की तरह के जो वाष्पशील आमज्जक उड़कर बाहर निकलते हैं वे वायु में मिलकर उसे दूषित कर देते हैं। इन पदार्थों में सक्षारक और सन्तापक गुण होता है। इनके द्वारा दूषित हुई वायु में साँस लेने से ये फेफड़ों में पहुँच कर हानि पहुँचाते हैं। अतः इन गैसों को बाहर निकालने के लिए आमज्जन गृह में ऊँचाई पर रोशनदानों का अच्छा प्रबन्ध करना पड़ता है जिससे ये ऊपर की वायु में मिल कर उड़ जायँ। इन सब कामों में पर्याप्त व्यय करना पड़ता है जिससे यह विधि महँगी पड़ती है।

खुले कुण्डों में आमज्जन करने के दोषों को दूर करने के लिए प्रायः बन्द आमज्जक कुण्डों में आमज्जन किया जाता है। ये बन्द कुण्ड लोहे के बने होते हैं और ऊपर की ही भाँति पक्ति में प्रबन्धित रहते हैं। प्रत्येक कुण्ड की पेंदी से एक नल बगल के दूसरे कुण्ड के मुँह से सम्बन्धित रहता है और इस प्रकार एक सिरे के कुण्ड से आमज्जक द्रव नलों द्वारा बगल के कुण्डों से होता हुआ दूसरे सिरे के कुण्ड तक पहुँच जाता है।

खुली तथा बन्द दोनों प्रकार की आमज्जन विधि से जो स्टार्च प्राप्त होता है वह समान प्रकार का ही होता है। स्टार्च का किस अंश तक जल-विश्लेषण हुआ है यह उसकी लेई की श्यानता से ज्ञात किया जाता है। जितना अधिक जल-विश्लेषण होता है उसी के अनुसार श्यानता घट जाती है। जल-विश्लेषण पर नियन्त्रण रखने के लिए सल्फर डाइ-आक्साइड की मात्रा, आमज्जक द्रव के ताप तथा आमज्जन-क्रिया की अवधि पर नियन्त्रण रखना आवश्यक है।

मर्कई के दानों के भीतर मूल अवस्था में जो स्टार्च रहता है उसकी लेई की

श्यानता स्काट-परीक्षण (Scott test) से १२५ प्राप्त होती है। प्रतिधारा आमज्जन की ऊपर की दोनो विधियों से जो स्टार्च प्राप्त होता है उसकी लेई की श्यानता ९० रहती है। एक-कुड की आमज्जन विधि से समान आमज्जक द्वारा समान अवस्था में आमज्जन कराने से जो स्टार्च प्राप्त किया जाता है उसकी लेई की श्यानता ११५ रहती है। इससे स्पष्ट है कि प्रतिधारा आमज्जन विधि में स्टार्च का जल-विश्लेषण एक-कुड की आमज्जन विधि की अपेक्षा अधिक होता है।

प्रतिधारा आमज्जन विधि में पानी को भ्रमण कराने तथा आमज्जक को आमज्जक जल में मिलाने के सम्बन्ध में कई प्रकार के परिवर्तन इस दृष्टि से किये गये हैं कि इस विधि के दोषों को कम किया जा सके। इन सब परिवर्तनों में कार (Kerr) द्वारा प्रस्तावित परिवर्तन अधिक सन्तोषप्रद सिद्ध हुआ है। कार की विधि में केवल तीन आमज्जक कुड एक पक्ति में प्रबन्धित किये जाते हैं। एक सिरे पर स्थित पहले कुड में सूखा मकई का दाना भरा जाता है जो आमज्जन के बाद दूसरे कुड में भेजा जाता है। दूसरे कुड में निर्धारित समय तक आमज्जित किये जाने के बाद यहाँ से मकई के दाने तीसरे कुड में भेजे जाते हैं और अन्त में यहाँ कुछ समय तक आमज्जित किये जाने के बाद चक्की में पिसाई के लिए भेज दिये जाते हैं। तीसरे (अर्थात् अन्तिम) कुड में आमज्जक जल डाल कर इसमें ०.०८ प्रतिशत सल्फर डाइ-आक्साइड घोल दी जाती है और आमज्जन केवल एक या दो घटे तक कराया जाता है। आमज्जन की समाप्ति के बाद यहाँ से मकई के दानों को सीधे चक्की में भेज दिया जाता है और आमज्जक द्रव को पीछे के दूसरे आमज्जक कुड में भर दिया जाता है जहाँ प्रथम आमज्जक कुड से पहुँचे मकई के दाने भरे रहते हैं। इस कुड में आमज्जन २४ घटे तक कराया जाता है। इसके बाद यहाँ से मकई के दाने तीसरे आमज्जक कुड में पहुँचाये जाते हैं और यहाँ के आमज्जक द्रव का कुछ भाग पहले आमज्जक कुड में भरा जाता है तथा शेष भाग फेंक दिया जाता है। पहले आमज्जक कुड में थोड़ा ताजा पानी भी दूसरे कुड से आये आमज्जक जल में मिलाया जाता है और इस कुड में ताजा सूखा मकई का दाना भरा जाता है। इस पहले कुड के आमज्जक जल में पुन इतनी सल्फर डाइ-आक्साइड मिलायी जाती है कि इसकी प्रतिशत मात्रा ०.१२ हो जाय। इस कुड में आमज्जन-क्रिया लगभग २४ घटे तक करायी जाती है। इसके बाद यहाँ का आमज्जक द्रव बाहर निकाल दिया जाता है और मकई के दानों को दूसरे कुड में ऊपर बतलाये अनुसार आमज्जन के लिए भेज दिया जाता है। कार की विधि का सबसे बड़ा लाभ यह है कि इसमें सल्फर डाइ-आक्साइड की अपेक्षाकृत कम मात्रा का उपयोग किया जाता है और इस कम मात्रा

द्वारा ही जीवाणुओं और फफूँदों की वृद्धि और क्रियाशीलता नियंत्रित रहती है। इस विधि से प्राप्त स्टार्च की लेई की श्यानता स्काट-परीक्षण के अनुसार ११० तक रहती है। अतः स्पष्ट है कि सामान्य प्रतिधारा आमज्जन विधि की अपेक्षा इसमें स्टार्च का जल-विश्लेषण कम होता है।

मकई के दानों की पिसाई तथा स्टार्च का पृथक्करण (Milling and separation)—आमज्जन के बाद मकई के दानों को क्रम से कई बार पीसा और छाना जाता है। इस क्रिया द्वारा दानों का भ्रूण, छिलका, रेशे तथा अन्य अवशिष्ट पदार्थ निकल जाते हैं और केवल स्टार्च तथा प्रोटीन पदार्थ बच रहता है।

दानों को पहले मोटी चक्की (coarse mills) में भेजा जाता है। इन चक्कियों को प्रायः भ्रूण पृथक् करने वाली चक्कियाँ (degerminating mills) भी कहते हैं क्योंकि इनका मुख्य कार्य दानों को तोड़ना और भ्रूण को दानों में से मुक्त करना है। इनका दूसरा काम दानों के ऊपर के छिलके को ढीला करना तथा भ्रूण-पोष (endosperm) को मोटे कणों में तोड़ना है। इस काम के लिए जो चक्की साधारणतः प्रयोग में आती हैं उसमें ३६ इंच व्यास (diameter) की धातु की दो प्लेटें होती हैं जो दाँतेदार होती हैं। एक प्लेट अचल रूप से स्थित रहती है और दूसरी लगभग ९०० चक्कर प्रति मिनट की गति से घूमती है।

मोटी चक्की में पिसने के बाद पिसे पदार्थ में पानी मिलाया जाता है। जो पानी यहाँ मिलाया जाता है वह आगे की क्रिया का स्टार्च का धोवन होता है। पानी के साथ मिल कर यह मोटा पिसा पदार्थ एक जलपक सा बनाता है जिसे पंकक या स्लरी (slurry) कहते हैं। इस स्लरी को पप द्वारा भ्रूण-पृथक्कारक (germ separators) में भेजा जाता है। भ्रूण-पृथक्कारक V के आकार की लगभग ४ फुट चौड़ी, ६ फुट ऊँची तथा १५ फुट लम्बी टकियाँ होती हैं जिनमें पेदी के पास पेचदार वाहक (screw conveyers) तथा ऊपर मुँह के पास पैडिलयुक्त पहिये लगे रहते हैं। भ्रूण में तेल रहता है, इस कारण यह मकई के दानों के अन्य भागों—छिलके, ग्लूटेन, स्टार्च आदि—से हलका होता है। हलका होने के कारण पानी में भ्रूण ऊपर उतरा आता है और अन्य सब भारी पदार्थ नीचे बैठ जाते हैं। ऊपर सतह से भ्रूण को झण्डों की सहायता से पृथक् कर दूसरे बर्तन में निकाल दिया जाता है और नीचे बैठे तलछट को पानी द्वारा बहा कर स्लरी के रूप में भ्रूण-पृथक्कारक की पेदी के एक किनारे बने छेद के मार्ग से बाहर निकाल कर दूसरे बर्तन में पहुँचा दिया जाता है।

भ्रूण को एकत्रित कर पानी से अच्छी प्रकार धोया जाता है जिससे इसमें चिपके स्टार्च के कण निकल जायँ। इसे अब शोषको में भेज कर सुखा लिया जाता है।

सूखे भ्रूण से या तो कोल्हू द्वारा या विलायको द्वारा निष्कर्षण कर तेल निकाला जाता है। यह तेल मकई के अन्य पदार्थों की अपेक्षा अधिक मूल्यवान् पदार्थ है और मुख्य रूप से इसका उपयोग साबुन, पेंट तथा कृत्रिम रबर बनाने में होता है। भ्रूण से तेल निकालने के बाद जो खली बचती है उसमें २० प्रतिशत तक प्रोटीन रहती है और यह खली सरसो तथा बिनौले की खली की तुलना में जानवरो को खिलाने के लिए अधिक अच्छी होती है।

भ्रूण-पृथक्कारक में बचा जो तलछट पानी के साथ बहाया जाकर स्लरी के रूप में प्राप्त होता है उसे तांबे की एक जाली के ऊपर भेजा जाता है। यह जाली गोलाई में घूमती रहती है। स्लरी में उपस्थित महीन कण तथा पानी जाली से छन कर नीचे एक बर्तन में एकत्रित हो जाता है और छिलका, मोटे कण तथा भ्रूण का अवशेष भाग, जो भ्रूण-पृथक्कारक में पृथक् नहीं हो सका है, जाली के ऊपर रह जाता है। जाली के ऊपर बचे अवशिष्ट को दूसरी मोटी चक्की में भेजा जाता है। इस चक्की में अवशिष्ट दानों को फिर छोटे टुकड़ों में तोड़ा जाता है जिससे पहली चक्की में पृथक् होने से बचे भ्रूण के भाग पृथक् हो जाते हैं। अब जो पिसा पदार्थ प्राप्त होता है उसमें पहले की भाँति ही पानी मिला कर स्लरी के रूप में कर लिया जाता है और दूसरे भ्रूण-पृथक्कारक में भेज कर पहले की भाँति ही भ्रूण को पृथक् किया जाता है। बचे तलछट को पहले पृथक्करण की भाँति ही तांबे की जाली के ऊपर छान कर इसके महीन कणों को अलग प्राप्त कर लिया जाता है। जाली के ऊपर जो भाग बच रहता है उसे यदि आवश्यकता होती है तो पुनः चक्की में महीन पीस कर क्रम से महीन जालियों के ऊपर छाना जाता है। इस प्रकार विभिन्न जालियों से छन कर जो द्रव प्राप्त होता है वह स्टार्च का जलीय विलयन होता है और इसे स्टार्च-दुग्ध कहते हैं। जाली के ऊपर अन्त में जो अवशेष बचता है उसमें मुख्य रूप से मकई का छिलका रहता है। इस अवशेष को प्रेसों में दबा कर इसका अधिकांश पानी निकाल दिया जाता है और फिर सुखा कर 'मकई के चोकर' के नाम से बाज़ार में बेच दिया जाता है। इस चोकर में लगभग १५ प्रतिशत प्रोटीन रहती है और यह गाय, बैलो तथा अन्य जानवरों को खिलाने के लिए पौष्टिक भोजन है।

स्लरी को जाली से छानने पर जो स्टार्च-दुग्ध प्राप्त होता है उसमें मकई की प्रोटीन का पर्याप्त अंश मिला रहता है। इसमें से प्रोटीन को निकालने और शुद्ध स्टार्च प्राप्त करने की कई विधियाँ हैं। सबसे सरल विधि में स्टार्च-दुग्ध को एक अधःसाद टंकी (settling tanks) में भर कर कई घंटों तक शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च धीरे-धीरे नीचे तली में स्तर के रूप में बैठ जाता है। जब सब स्टार्च नीचे

बैठ जाता है तब अधिपृष्ठ द्रव को जिसमें प्रोटीन का अधिक भाग घुला रहता है निथार कर अलग निकाल दिया जाता है। फिर पानी की महीन धार द्वारा स्टार्च की सतह को सँभाल कर धोया जाता है। पानी की धार स्टार्च-कणों में चिपके प्रोटीन के अंश को घुला देती है और निथारने की क्रिया द्वारा इस घुली प्रोटीन को भी अलग निकाल दिया जाता है। शेष बचे स्टार्च को अन्त में सुखा कर रख लिया जाता है। इस विधि से बहुत शुद्ध स्टार्च नहीं प्राप्त होता क्योंकि प्रोटीन का सब अंश पूरी तरह से नहीं निकल पाता।

आजकल जो विधि प्रोटीन के अंश को निकालने और स्टार्च को शुद्ध करने की अधिक प्रचलित है वह निम्न भाँति है—

लगभग १२० फुट लम्बी, एक या दो फुट चौड़ी तथा ६-८ इंच गहरी एक ढलुआ मेज (या बेच) ली जाती है। मेज का ढाल पूरी लम्बाई में लगभग २-३ इंच रहता है। स्टार्च-दुग्ध को पंप द्वारा इस मेज के ऊपरी सिरे पर पहुँचाया जाता है और मेज पर ऊपर से नीचे ढाल की ओर धीरे-धीरे बहने दिया जाता है। मेज का ढाल इतना कम रखा जाता है और स्टार्च-दुग्ध की सान्द्रता इतनी रखी जाती है कि स्टार्च-दुग्ध के मेज पर बहने की गति बहुत धीमी होती है। इस धीमी गति से जैसे-जैसे स्टार्च-दुग्ध मेज की ढलुआ सतह पर बहता है स्टार्च पतल के रूप में मेज पर जमता जाता है और द्रव मेज के नीचे के सिरे से टपक कर गिरता जाता है। जो द्रव नीचे के सिरे से बह कर इकट्ठा होता है उसमें स्टार्च-दुग्ध में मौजूद अधिकांश प्रोटीन तथा मेज पर जमने से बचा कुछ स्टार्च रहता है। इस द्रव को अब साद टकियों में भर कर कई घंटों तक शान्त छोड़ दिया जाता है। इसमें मौजूद स्टार्च, प्रोटीन तथा अन्य ठोस द्रव्य तली में बैठ जाते हैं। अधिपृष्ठ द्रव को ऊपर से निथार कर फेक दिया जाता है। अब तली में एकत्रित हुए पदार्थ को फिल्टर प्रेस में भेज कर बड़े दाब में छाना जाता है। पानी छन कर निकल जाता है और ठोस द्रव्य कड़ी मोटी पपड़ी के रूप में छोटे कपड़े के ऊपर बच रहता है। इसे फिर सुखा कर 'ग्लूटेन भोजन' के नाम से बाजारों में बेच दिया जाता है। इसमें लगभग ५० प्रतिशत तक प्रोटीन रहती है और यह गाय-भैंसों के लिए पौष्टिक खाद्य द्रव्य है।

मेज पर जब स्टार्च की पर्याप्त मोटी पतल जम चुकती है तो और स्टार्च-दुग्ध को इस पर प्रवाहित होने से रोक दिया जाता है और कुछ घंटों तक मेज को यों ही शान्त छोड़ दिया जाता है जिससे अधिकांश पानी धीरे-धीरे टपक कर नीचे के सिरे से निकल जाय। स्टार्च की सतह पर ग्लूटेन की भी एक पतली पतल जमी रहती है। मेज पर एकत्रित इस पूरी पतल को अब साफ पानी से धोया जाता है। धोने की क्रिया में मेज के ऊपरी सिरे पर

स्वच्छ जल डाला जाता है। यह पानी स्टार्च की पर्त के ऊपर से बहता हुआ नीचे के सिरे से गिरता है और अपने साथ ग्लूटेन की पर्त को बहा कर बाहर निकाल लाता है। इस प्रकार स्टार्च धुल कर साफ और शुद्ध हो जाता है और इसके ऊपर की ग्लूटेन की पर्त निकल जाती है। अब मेज पर से शुद्ध स्टार्च को या तो लकड़ी की कुदाल द्वारा खोद कर या बड़े दाब पर पानी की धारा द्वारा बहा कर अलग निकाल लिया जाता है। पानी द्वारा निकालने में स्टार्च में पानी बहुत मिल जाता है और तब इस पानी को निकालने के लिए स्टार्च-निलम्बन को बड़े दाब पर फिल्टर-प्रेस में छाना जाता है। फिल्टर-प्रेसो में जीन के छत्रे लगे रहते हैं जिन पर स्टार्च कड़ी पर्त के रूप में जम जाता है। इस पर्त को खुरच कर छत्रों पर से निकाल लिया जाता है। स्टार्च-निलम्बन को फिल्टर-प्रेसो में भेजने के पहले इसमें थोड़ी सी सल्फर डाइ-आक्साइड गैस मिला दी जाती है। सल्फर डाइ-आक्साइड की उपस्थिति से स्टार्च-निलम्बन में थोड़ी अम्लीयता आ जाती है। थोड़ी अम्लीयता होने पर फिल्टर-प्रेसो में निलम्बन के छानने की क्रिया अधिक शीघ्रता से होती है। इसके साथ ही सल्फर डाइ-आक्साइड स्टार्च को जीवाणुओं के आक्रमण से सुरक्षित भी रखता है।

फिल्टर-प्रेस से छानने के बाद या मेज पर से कुदाल द्वारा खुरच कर निकालने के बाद जो स्टार्च प्राप्त होता है उसमें लगभग ५० प्रतिशत पानी रहता है। इसे या तो शीघ्र ग्लूकोस बनाने के काम में ले आते हैं या सुखा कर चूर्ण रूप में या नन्हे दानों के रूप में प्राप्त कर लेते हैं। सुखाने की क्रिया में आरम्भ में ताप लगभग ५०° से ३०° रखा जाता है। जब स्टार्च में जल की लगभग १० प्रतिशत मात्रा रह जाती है तब इसे चक्की में भेज कर महीन पीसा जाता है और रेशम की महीन बलनी से छान कर चूर्ण रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। यदि स्टार्च को दानों के रूप में प्राप्त करना होता है (pearl starch) तो आंशिक रूप में ५०° से ३०° पर सुखाये गये स्टार्च को एक ऐसी चक्की में भेजा जाता है जहाँ इसे नन्हे-नन्हे दानों के रूप में विच्छिन्न कर दिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त चूर्ण अथवा दानों को पैकटो में भर कर बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

ऊपर की विधि से प्राप्त स्टार्च बहुत शुद्ध होता है। इसमें ०.५ प्रतिशत से अधिक प्रोटीन की अपद्रव्यता नहीं रहती। इसका उपयोग पाकचूर्ण (बेकिंग पाउडर, baking powder) बनाने, कपड़ों पर कलफ देने, कागज बनाने तथा लेई बनाने आदि विभिन्न कामों में होता है।

आजकल विभिन्न कारखानों में स्टार्च को निलम्बन में से पृथक् करने के लिए प्रायः अपकेन्द्री यन्त्रों का प्रयोग भी किया जाता है। इसमें एक मुख्य लाभ यह

होता है कि पानी कम इस्तेमाल करना पड़ता है। आजकल इन विधियों में इतना सुधार हो गया है कि इनके द्वारा जो स्टार्च बनाया जाता है उसमें ०.२ प्रतिशत से अधिक प्रोटीन अपद्रव्य के रूप में नहीं रहती।

गीली विधि में पानी के खर्च को घटाने के लिए ऐसा प्रबन्ध रहता है कि स्वच्छ ताजा जल केवल क्रिया के अन्त में छत्रे या अध साद टकी में स्टार्च को धोने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। यह धोवन फिर क्रम से एक के बाद दूसरी पूर्व की क्रिया में प्रयुक्त होता जाता है और अन्त में आमज्जन में उपयोग होने के बाद बाहर निकलता है। इस प्रकार विभिन्न स्थलों में प्रयुक्त होने के बाद जब यह जल बाहर निकलता है तब इसमें पर्याप्त मात्रा में घुले हुए पदार्थ मौजूद रहते हैं। इस द्रव को वाष्पको में पहुँचा कर इसका वाष्पन किया जाता है। पानी वाष्पित हो कर उड़ जाता है और द्रव में घुला ठोस पदार्थ अवशेष के रूप में बच रहता है। इस अवशिष्ट में विलेय प्रोटीन, फास्फेट, फाइटेट तथा आयनोसिटाल (inositol) आदि खाद्य द्रव्य मौजूद रहते हैं। इससे उद्यम में कुछ रासायनिक पदार्थ बनाये जाते हैं। ऊपर वर्णित गीली विधि में प्राप्त उपजात (by-products) का बहुत सा अंश, जैसे ग्लूटेन, भ्रूण की खली तथा चोकर आदि, आमज्जक जल की उचित मात्रा में मिला कर एक गाढ़ी लेई के रूप में कर लिया जाता है और इसी रूप में बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है। यह लेई जानवरों को खिलाने के लिए एक पौष्टिक भोजन पदार्थ है।

स्टार्च को सुखाना—स्टार्च को सुखाने के लिए विभिन्न प्रकार के शोषको का उपयोग होता है। आजकल अधिकांश कारखानों में अविरतपट्टा शोषक (continuous belt drier) का व्यवहार होता है। सुखाने की विधि निम्न भाँति कार्यान्वित की जाती है—

छानने की अन्तिम क्रिया के बाद फिल्टर प्रेस के छत्रों पर लगभग ०.५ इंच जोटी चद्दर (sheets) के रूप में स्टार्च प्राप्त होता है। इन चद्दरों को तोड़ कर पहले इन्हें एक इंच चौड़े लम्बे फीतो के रूप में कर लिया जाता है और फिर लम्बाई से मशीनों द्वारा काट कर दो-दो इंच के लम्बे टुकड़ों में कर लिया जाता है। ये टुकड़े अब धातु के तारों के बने करघनी के आकार के एक पट्टे पर पहुँचाये जाते हैं। यह पट्टा बराबर क्रम से विभिन्न कमरों में होता हुआ चक्कर से घूमता रहता है। इन कमरों में पट्टे के ऊपर गरम वायु प्रवाहित की जाती है जिससे कमरा गरम रहता है। पट्टे के ऊपर का स्टार्च कमरों की गरम वायु द्वारा धीरे-धीरे सूख जाता है। पट्टे की गति इतनी धीमी रखी जाती है कि इसे कमरों में से होकर एक पूरी परिक्रमा समाप्त करने में लगभग ४५ मिनट लगते हैं। इतने समय में स्टार्च पट्टे पर पूरा सूख जाता

है। गरम कमरो का ताप विभिन्न स्थानों में 40° से 0° ग्रे० से 110° से 0° ग्रे० तक रखा जाता है। अन्तिम कमरे से जब पट्टा जा रहा होता है तब वहाँ इस पर ठंडी वायु की धारा प्रवाहित की जाती है जिससे स्टार्च ठंडा हो जाय। सुखाने की ऊपर की विधि द्वारा लगभग एक घंटे में स्टार्च सूख जाता है। इस विधि में स्टार्च का विघटन भी बहुत कम होता है।

ढोकेदार स्टार्च बनाना—ढोकेदार स्टार्च निम्न विधि से बनाया जाता है—

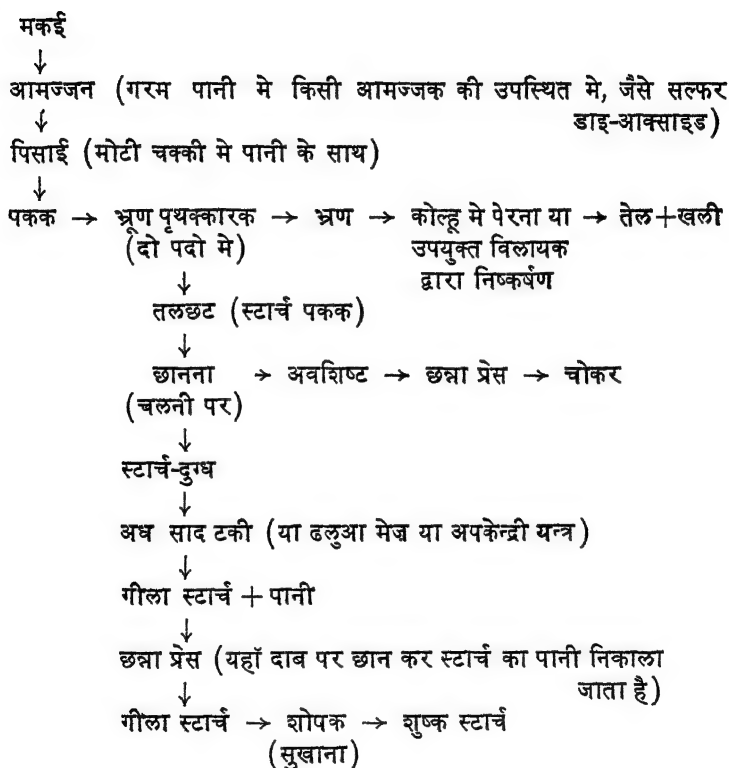
छानने तथा धोने के बाद शुद्ध स्टार्च को पानी के साथ मिला कर स्लरी के रूप में कर लिया जाता है। इस स्लरी को फिर सन्दूक के आकार के बने छत्रों में, जिनमें छानने के लिए कैनवस का कपड़ा लगा रहता है, भेजा जाता है और चूषण-पंप (suction pump) की सहायता से छाना जाता है। पानी छन कर निकल जाता है और स्टार्च शकु के आकार के ढोको के रूप में छत्रों के भीतर बच रहता है। इन शकुओं को सूखने के लिए विशेष प्रकार की भट्टियों में रखा जाता है। थोड़ा सूखने पर शकुओं के ऊपर एक पपड़ी जम जाती है। इस पपड़ी को खुरच कर निकाल दिया जाता है और शकुओं को फिर उपयुक्त ताप पर उचित सीमा तक सुखा दिया जाता है। इसके बाद इन्हें मशीनों द्वारा इच्छित माप के टुकड़ों में तोड़ कर, कागजों में बाँध कर तथा लेबल लगा कर बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

कम श्यानता की लेई का स्टार्च (Starch giving paste of lower viscosity) —स्टार्च बनाने की क्रिया में जब कास्टिक सोडा का प्रयोग बिल्कुल नहीं किया जाता तो जो स्टार्च प्राप्त होता है उसकी लेई की श्यानता अधिक होती है। यह स्टार्च पाकचूर्ण (बेकिंग पाउडर) के लिए तथा कपड़ों पर सज्जक (size) के रूप में उपयोग किये जाने के लिए बहुत उपयुक्त होता है। किन्तु यदि मकई के दाने से (अथवा अन्य किसी स्टार्च-युक्त पदार्थ से) स्टार्च निकालने की क्रिया में किसी स्थान पर कास्टिक सोडा का प्रयोग किया गया है तो जो स्टार्च प्राप्त होता है, उसकी लेई की श्यानता अपेक्षाकृत कम होती है (अर्थात् यह पतली अवस्था में ही उबलता है)। यह स्टार्च घुलाई में कलफ देने के लिए अधिक उपयुक्त है।

आजकल कम श्यानता की लेई प्रदान करने वाला एक विशेष प्रकार का स्टार्च बनाया जाता है जिसे विलेय स्टार्च (soluble starch) कहते हैं। इसका जलीय निलम्बन अधिक पारदर्शक होता है। यह विलेय स्टार्च साधारण स्टार्च को हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल से थोड़ा अभिकृत कर और फिर 60° - 70° ताप पर सुखाने से बनता है। इस प्रकार अभिकृत कराने तथा सुखाने से स्टार्च का कुछ अश डेक्सट्रिन में परिणित हो जाता है। अतः विलेय स्टार्च में डेक्सट्रिन की थोड़ी मात्रा भी सदा रहती है और

इसी की उपस्थिति के कारण इसकी लेई कम श्यानता की होती है। विलेय स्टार्च की माँग बिस्कुट बनाने के कारखानों में तथा भाप द्वारा कपडों की धुलाई करने के कारखानों में बहुत है।

निम्न मानचित्र में मकई से स्टार्च प्राप्त करने की विधि के विभिन्न पद प्रदर्शित किये गये हैं—



आलू का स्टार्च

।

आलू का स्टार्च सबसे अधिक जर्मनी में बनाया जाता है। जर्मनी के अतिरिक्त हॉलैंड, रूस तथा फ्रान्स में भी इसका पर्याप्त मात्रा में निर्माण होता है। आलू के स्टार्च के उद्योग की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि इसके बनाने के बहुत से छोटे छोटे कारखाने ग्रामों में आलू के खेतों के पास ही स्थापित रहते हैं। इससे मुख्य लाभ यह

होता है कि आलू को दूर के किसी दूसरे स्थान से लाना नहीं पड़ता और इस प्रकार लाने के खर्च की बचत होती है। इसके साथ ही खेतों के पास स्टार्च के कारखानों के रहने से एक दूसरा लाभ यह होता है कि स्टार्च निकालने के बाद अन्त में आलू का जो अवशिष्ट (waste pulp) लुगदी के रूप में बचता है वह आस-पास के फार्मों में ही जानवरों को चारे के रूप में खिलाने के लिए बिक जाता है। इन दोनों लाभों के कारण गाँवों में स्थापित ये छोटे कारखाने नगरों के बड़े कारखानों की होड़ में अपना बनाया स्टार्च अपेक्षाकृत सस्ते मूल्य में बेच लेते हैं। साधारणतः इन कारखानों में आलू से निकालने के बाद स्टार्च को गीली अवस्था में ही रख लिया जाता है। इस स्टार्च में लगभग ४०-५० प्रतिशत तक पानी रहता है, और इसे ग्लूकोस बनाने के कारखाने इसी अवस्था में खरीद लेते हैं। ग्लूकोस बनाने के लिए यह गीला स्टार्च इन कारखानों को बहुत सस्ता पड़ता है।

आलू में विभिन्न पदार्थों का औसत सगठन निम्न भाँति होता है —

स्टार्च	१६ से २३ प्रतिशत	खनिज द्रव्य	१० प्रतिशत
अन्य कार्बोहाइड्रेट	२५ „	जल	७६० „
प्रोटीन	२० „		

यद्यपि आलू में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा विभिन्न अनाजों की अपेक्षा कम होती है फिर भी इससे स्टार्च प्राप्त करना सस्ता पड़ता है। एक एकड़ भूमि में आलू की पैदावार इतनी अधिक होती है कि स्टार्च की प्रतिशत मात्रा के कम होने पर भी पूरे एकड़ की आलू की उपज से जितना स्टार्च प्राप्त होता है वह एक एकड़ की किसी भी अनाज की समस्त उपज से प्राप्त होने वाले स्टार्च की अपेक्षा अधिक रहता है। एक एकड़ भूमि में लगभग १७५ मन आलू पैदा होता है। इस कुल आलू से लगभग ३० मन स्टार्च प्राप्त होगा। इसकी तुलना में गेहूँ की प्रति एकड़ पैदावार लगभग १७-१८ मन होती है और इतने गेहूँ से लगभग ११ मन स्टार्च प्राप्त होगा। इस प्रकार प्रति एकड़ भूमि के हिसाब से आलू का स्टार्च गेहूँ के स्टार्च की तुलना में तीन गुना अधिक प्राप्त होता है। इसी कारण उन देशों में, जहाँ आलू की खेती सरलता से हो सकती है, आलू का स्टार्च ही अधिक बनाया जाता है।

आलू में स्टार्च की मात्रा बहुत अश तक आलू की जाति, खेत की मिट्टी के प्रकार तथा स्थान के जलवायु पर निर्भर करती है। जर्मनी में कृत्रिम निषेचन (artificial fertilization) तथा उपयुक्त चुनाव द्वारा एक सुधरी जाति का आलू उपजाया गया है जिसमें स्टार्च की प्रतिशत मात्रा २५ से ४० तक रहती है। साधारण

जाति के आलू में स्टार्च केवल १६ से २३ प्रतिशत तक ही रहता है। अमेरिका में स्टार्च बनाने की दृष्टि से आलू अच्छी जाति का नहीं होता। यहाँ के आलू में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा केवल १२ ही रहती है। इसी कारण अमेरिका में आलू से स्टार्च बनाना महंगा पड़ता है, अतः बहुत कम बनाया जाता है। आलू का स्टार्च जो कुछ भी थोड़ा अमेरिका में बनता है वह साधारणतः ऐसे आलुओं से बनाया जाता है जो खेत से खोद कर निकालते समय टूट जाते हैं या जिनमें कोई और ऐसा दोष आ जाता है जिसके कारण बाज़ार में इनके बिकने में कठिनाई होती है। भारतवर्ष में भी आलू से स्टार्च नहीं प्राप्त किया जाता क्योंकि यह महंगा पड़ता है। हमारे यहाँ मुख्य रूप से मकई का स्टार्च ही बनाया जाता है।

स्टार्च के कारखाने आलू का मूल्य आलू में मौजूद स्टार्च की प्रतिशत मात्रा के अनुसार निर्धारित करते हैं। मोटे तौर से आलू का आपेक्षिक गुरुत्व ज्ञात होने से आलू में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा का अनुमान लग जाता है। नीचे की तालिका में कुछ विभिन्न आपेक्षिक गुरुत्व (specific gravity) के आलू में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा दिखलायी गयी है —

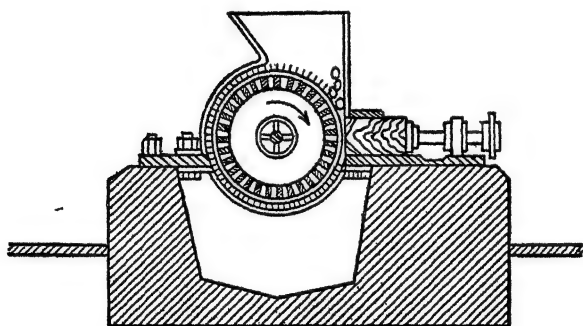
आलू का आपेक्षिक गुरुत्व	स्टार्च की प्रतिशतता	आलू का आपेक्षिक गुरुत्व	स्टार्च की प्रतिशतता
१.०८०	१३.९	१.१२०	२२.५
१.०९०	१६.०	१.१३०	२४.६
१.१००	१८.२	१.१४०	२६.७
१.११०	२०.३		

आलू का आपेक्षिक गुरुत्व शीघ्र ज्ञात करने का प्रबन्ध प्रत्येक कारखाने की प्रयोग-शाला में रहता है। आपेक्षिक गुरुत्व निकालने की साधारण विधि में लगभग ५ सेर आलू को पहले वायु में तोलते हैं और फिर पानी में। इन आकड़ों से फिर आपेक्षिक गुरुत्व गणना द्वारा ज्ञात कर लिया जाता है।

आलू की सफाई (Cleaning)—आलू को सबसे पहले एक धोने की मशीन में पहुँचाया जाता है। यहाँ पानी से धोकर आलुओं के चारों ओर चिपटी मिट्टी को बहाकर निकाल दिया जाता है। इस मशीन में एक बड़ा कुंड होता है जिसमें एक धुरा क्षैतिज रूप से लगा रहता है और इस धुरे में चारों ओर पतवार लगे रहते हैं। कुंड में आलू भर कर फिर पानी भर दिया जाता है। अब धुरे को यंत्र द्वारा गोलाई से चालित किया जाता है। धुरे के साथ उसमें लगे पतवार भी गोलाई से कुंड में घूमते हैं और आलुओं

को पानी के भीतर खूब चलाते और हिलाते हैं। ऊपर नीचे तथा चारो ओर जब आलू इस प्रकार पतवार द्वारा घूमते हैं तो एक दूसरे से रगड़ खाते हैं जिससे उनके ऊपर की चिपकी मिट्टी छूट कर पानी में मिल जाती है। इस पानी को बहा कर निकाल दिया जाता है और यदि आवश्यकता होती है तो एक बार पुन साफ पानी से आलुओ को धो लिया जाता है। यदि आलुओ की मिट्टी ठीक से साफ नहीं की जाती तो अन्त में प्राप्त स्टार्च एकदम सफेद नहीं होता।

आलू की लुगदी बनाना (Preparation of pulp)—घोने के बाद आलुओ को मशीन में लगे दाँतदार चाकू द्वारा महीन खुरचा जाता है जिससे आलू की सब कोशिकाये फट जायँ और उनके अन्दर भरा स्टार्च बाहर निकल आये। खुरचने की मशीन एक गोल पीपे के आकार की होती है और एक क्षैतिज धुरे पर गोलाई से तेजी



चित्र ४—आलू खुरचने की मशीन

से नाचती है। पीपे के अन्दर की दीवार में चारो ओर आरी की तरह के बहुत से फलक (blades) लगे रहते हैं। फलको के चारो ओर एक धातु की चद्दर का आवरण रहता है। जब आलू इस मशीन में थोड़े पानी के साथ पहुँचता है तो इसके फलको के दाँतो द्वारा विच्छिन्न होकर एक मोटी लुगदी के रूप में परिणत हो जाता है। पीपे के नीचे लकड़ी का एक बड़ा टुकड़ा (block) लगा रहता है जो आगे-पीछे खिसकाया जा सकता है। पीपे और इस लकड़ी के टुकड़े के बीच में पतला मार्ग रहता है जिसके द्वारा पीपे के भीतर से लुगदी बाहर निकलती है। यह मार्ग जितना पतला रहता है उतनी ही महीन लुगदी अन्दर से बाहर निकलती है। लकड़ी के टुकड़े को आगे-पीछे खिसका कर मार्ग को आवश्यकतानुसार पतला रखा जाता है। खुरचने की मशीन से बाहर निकलने के बाद लुगदी एक बड़ी टकी में एकत्रित की जाती है। इस लुगदी

मे स्टार्च, आलू की वे कोशिकाएँ जो फटने से बच रही है तथा आलू का रस रहता है। लुगदी पर जीवाणुओं तथा फफूँदों के शीघ्र आक्रमण का भय रहता है। अतः इनसे सुरक्षित रखने के लिए लुगदी में तुरन्त ही, जैसे ही यह खुरचने की मशीन से बाहर निकलती है, सल्फ्यूरस अम्ल के तनु विलयन की थोड़ी मात्रा मिला दी जाती है। गर्मी के दिनों में विशेष रूप से लुगदी को सुरक्षित रखने का ध्यान रखना पड़ता है, क्योंकि इन दिनों जीवाणुओं और फफूँदों के आक्रमण का अधिक भय रहता है।

लुगदी में से स्टार्च पृथक् करना (Separation of starch from the pulp)—लुगदी में से स्टार्च पृथक् करने के लिए विभिन्न प्रकार की चलनियों का प्रयोग किया जाता है। मुख्य रूप से दो प्रकार की चलनियों का प्रचलन है—एक सकप चलनियाँ (shaking sieves) जो बराबर आगे-पीछे हिलती रहती है और दूसरी ब्रश-चलनियाँ (brush sieves) जिनमें चलनियों की जाली के ऊपर धातु के ब्रश द्वारा लुगदी चलायी जाती है। लुगदी को पहले मोटी चलनी के ऊपर भेजा जाता है और पानी डालकर धोया जाता है। चलनी की जाली के ऊपर लुगदी में मौजूद आलू का छिलका, रेशे तथा अन्य मोटा भाग रह जाता है, और स्टार्च तथा उसके साथ कुछ महीन रेशे आदि छन कर निकल आते हैं। इस छने द्रव को पुनः अधिक महीन चलनी के ऊपर छाना जाता है। स्टार्च का जलीय पतला निलम्बन स्टार्च-दुग्ध के रूप में छन कर प्राप्त होता है और रेशे आदि चलनी की जाली के ऊपर रुक जाते हैं। पहली मोटी चलनी के ऊपर जो मोटा अवशिष्ट बचता है उसे पुनः लुगदी बनाने की मशीन में नये आलू के साथ मिला दिया जाता है। दूसरी महीन चलनी के ऊपर लुगदी का जो अवशिष्ट बचता है उसमें लगभग ९७-९८ प्रतिशत पानी रहता है और शेष प्रोटीन, आलू की अविच्छिन्न कोशिकाएँ तथा छिलका रहता है। इसमें स्टार्च की मात्रा बहुत कम रहती है, अतः इसमें से स्टार्च निकालना लाभप्रद नहीं रहता। इस कारण इस अवशिष्ट पदार्थ का उपयोग सीधे जानवरों के चारे के रूप में कर लिया जाता है। प्रायः इसे फिल्टर प्रेसों में भेज कर दाब पर कैनवस कपड़ों द्वारा छाना जाता है जिससे अधिकांश पानी निकल जाता है और छानो पर मोटी पर्त के रूप में अवशिष्ट बच रहता है। इसे थोड़ा सुखा कर खली के रूप में उपयोग करने के लिए रख लिया जाता है और जानवरों को खिलाने के लिए बेच दिया जाता है।

महीन चलनी से छानने के बाद जो स्टार्च-दुग्ध प्राप्त होता है उससे स्टार्च पृथक् करने की दो विधियाँ हैं—(१) अधःसाद टकियों द्वारा, तथा (२) मेज द्वारा।
(१) अधःसाद टकियों द्वारा पृथक् करना—स्टार्च-दुग्ध को अधःसाद टकियों में भर कर शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च धीरे-धीरे नीचे तली में बैठता है और

लगभग ८-१० घटो में पूरी तरह बैठ जाता है। फिर अधिपृष्ठ द्रव को निथार कर अलग निकाल दिया जाता है। तली में एकत्रित स्टार्च का रंग कुछ पीला या मटमैला रहता है और यह इतनी कड़ी ठोस पत के रूप में जमा रहता है कि इसे निकालने के लिए इसके ऊपर मजदूरो को खड़ा होकर फावड़े से खोदना पड़ता है। अध साद टकियो में से फावड़े द्वारा खोद कर निकालने के बाद इस स्टार्च में पुन इतना पानी मिलाया जाता है कि एक तनु निलम्बन बन जाय। इस निलम्बन को पुन अध - साद टकियो में भर कर शान्त छोड़ दिया जाता है। ८-१० घटो बाद जब सनस्त स्टार्च नीचे बैठ जाता है तब अधिपृष्ठ द्रव को पहले की ही भाँति निथार कर निकाल दिया जाता है। इस बार स्टार्च की जो पत प्राप्त होती है वह पहले से कुछ अधिक साफ होती है किन्तु इसके ऊपर भी एक पतली सी पत मटमैले रंग की होती है। ऊपर की मटमैले रंग की इस पतली पत को खुरच कर अलग निकालने के बाद शेष स्टार्च को खोद कर प्राप्त कर लिया जाता है। इस प्रकार जो गीला स्टार्च प्राप्त होता है उसे या तो इसी अवस्था में ग्लूकोस और डेक्सट्रिन बनाने के कारखानों के हाथ बेच दिया जाता है या पुन और शुद्ध कर तथा सुखा कर चूर्ण रूप में पैकटो में भर कर बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

ऊपर जो मटमैले रंग की खुरचन एकत्रित की जाती है उसे शुद्ध कर उसमें से स्वच्छ स्टार्च प्राप्त किया जाता है। इसके लिये खुरचन में पानी मिला कर इसे स्टार्च-द्रव में परिणत किया जाता है और ऊपर बतलाये अनुसार अध साद टकियो में थिरा कर फिर पत रूप में प्राप्त किया जाता है। आवश्यकतानुसार ऊपर की क्रिया को कई बार करने से शुद्ध सफेद स्टार्च खुरचनों से प्राप्त हो जाता है।

अध साद टकियो से जो अधिपृष्ठ द्रव पृथक् किया जाता है उसमें भी स्टार्च थोड़ी मात्रा में निलम्बित रहता है। इस द्रव को एक बड़े कुड में भर दिया जाता है और थोड़ा सल्फर डाइ-आक्साइड मिला कर काफी समय तक शान्त छोड़ दिया जाता है। इसमें निलम्बित अधिकांश स्टार्च धीरे-धीरे नीचे बैठ जाता है। ऊपर से स्वच्छ पानी को निथार कर इसे कारखाने के विभिन्न स्थानों में विभिन्न क्रियाओं में इस्तेमाल होने के लिए भेज दिया जाता है। इस प्रकार इस कुड में ही समस्त अध साद टकियो का अधिपृष्ठ द्रव भरता रहता है और इसी में से ऊपर का निथारा जल कारखाने में विभिन्न क्रियाओं में बराबर इस्तेमाल होता रहता है। इस विधि से पानी का व्यय कम होता है। जब आलू का मौसम समाप्त हो जाता है और स्टार्च बनाने का काम बंद करने को होता है तब कुड की तली में बैठे तलछट को अन्त में निकाला जाता है। यह स्टार्च बहुत शुद्ध नहीं होता और इसे इसी रूप में सुखा कर सस्ता बेच दिया जाता है।

(२) भेज की विधि के पृथक् करना (Tabling method)—इस विधि में पहले स्टार्च-दुग्ध में थोड़ा पानी मिला कर इसे कुछ अधिक पतला किया जाता है और फिर एक ढलुआ लम्बी मेज पर बहुत धीमी गति से ऊपर से नीचे को ढाल की ओर बहने दिया जाता है। यह मेज लगभग ९० फुट लम्बी, ४ फुट चौड़ी और १ फुट गहरी होती है। जब स्टार्च-दुग्ध इस मेज पर धीमी गति से बहता है तो इसमें से स्टार्च-कण नीचे तली में पतल जाते हैं जमते जाते हैं। आरम्भ में बड़े स्टार्च-कण पृथक् होकर नीचे बैठते हैं और बाद में छोटे, अतः मेज की पूरी लम्बाई में जमी स्टार्च की पर्त में ऊपर से नीचे की ओर क्रम से स्टार्च-कण छोटे होते जाते हैं। बहुत नन्हे कण शीघ्र नहीं बैठ पाते और वे बिना जमे मेज के नीचे के सिरे से पानी के साथ बह कर निकल जाते हैं। इस प्रकार मेज के नीचे के सिरे से जो द्रव गिरता है उसमें स्टार्च के कुछ महीन कण निलम्बित अवस्था में, आलू में उपस्थित कुछ लवण विलेय अवस्था में तथा आलू के रेशे रहते हैं। इस द्रव को अधःसाद टकियों में भेज दिया जाता है जहाँ कुछ समय तक गान्त पड़ा रहने पर इसमें निलम्बित स्टार्च नीचे तली में तलछट के रूप में बैठ जाता है। इसमें रेशे भी मिले रहते हैं। इस तलछट को निकाल कर तथा पानी के साथ मिश्रित कर पुनः उस स्टार्च-दुग्ध में मिला दिया जाता है जिसे मेज पर बहने के लिए भेजना है।

मेज पर जो स्टार्च पर्त के रूप में जमता है उसे खुरपियों द्वारा खुरच कर निकाल लिया जाता है और पुनः पानी के साथ मिला कर पतले स्टार्च-दुग्ध के रूप में करने के बाद पहले की ही भाँति मेज पर पुनः प्रवाहित किया जाता है। आवश्यकता होने पर दूसरी बार मेज पर भेजने के पूर्व इसे चलनी से छान कर इसमें मौजूद रेशों को अलग कर दिया जाता है। इस प्रकार दो बार ढलुआ मेज द्वारा ऊपर की विधि से तलछटीकरण करने से स्टार्च पर्याप्त अंश तक शुद्ध हो जाता है। प्रायः मेज द्वारा प्रथम तलछटीकरण के बाद दूसरी बार स्टार्च-दुग्ध को अपकेन्द्री यन्त्र में भेजकर उसके द्वारा स्टार्च-कणों को पृथक् किया जाता है। स्टार्च-दुग्ध को जब अपकेन्द्री यन्त्र में डाल कर मशीन को तेजी से घुमाया जाता है तो स्टार्च अपकेन्द्री यन्त्र की जाली के ऊपर पर्त के रूप में जम जाता है और पानी जाली के छेदों से छन कर बाहर निकल जाता है। अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा जो स्टार्च प्राप्त होता है उसमें पानी (३५-४० प्रतिशत) मेज की विधि द्वारा प्राप्त स्टार्च (४५-५० प्रतिशत पानी) से कम रहता है।

स्टार्च का शोधन (Refining of starch)—ऊपर की विधि से जो स्टार्च प्राप्त होता है वह एकदम शुद्ध नहीं होता। मेज पर ही इसे एक-दो बार पोटेसियम परमेगनेट मिश्रित पानी से धोया जाता है और फिर निकाल कर तथा पानी में मिला

कर पुनः स्टार्च-दुग्ध के रूप में कर लिया जाता है। इस स्टार्च-दुग्ध को पुनः पहले की भाँति मेज पर भेज कर स्टार्च को तलछटीकरण द्वारा पथक् कर लेते हैं। इस बार मेज पर जो पतल जमती है उसे सल्फर डाइ-आक्साइड मिले जल से धोते हैं। सल्फर डाइ-आक्साइड रंग पदार्थों को अवकृत कर स्टार्च को सफेद कर देता है। पोटैसियम परमैंगनेट और सल्फर डाइ-आक्साइड का प्रयोग करते समय यह ध्यान रखना जरूरी है कि इनकी मात्रा आवश्यकता से अधिक न हो, अन्यथा स्टार्च का कुछ विच्छेदन हो जाता है।

ऊपर की विधि द्वारा शोधन करने के बाद भी जो स्टार्च की पतल मेज पर जमती है उसकी सतह पर एक मटमैली पतली पतल रहती है। यह मटमैली पतल स्टार्च में अभी भी कुछ अपद्रव्यों के मौजूद रहने के कारण होती है। इस मटमैली पतल को ऊपर से लकड़ी के खुरपो से खुरच कर और फिर साफ पानी की धारा के साथ बहा कर निकाल दिया जाता है। इस खुरचन को, जो पानी के साथ निलम्बन के रूप में पृथक् की गयी है, अशुद्ध स्टार्च में ही मिला दिया जाता है जिसका शोधन अभी करना है।

शुद्ध स्टार्च को फिर अन्त में मेज पर से फावड़े या खुरपो द्वारा निकाल कर अपकेन्द्री यन्त्र में भेजते हैं जहाँ इसका अधिकांश पानी निकल जाता है। अपकेन्द्री यन्त्र की जाली पर जमी स्टार्च की पतल को निकाल कर फिर शोषण में सुखाया जाता है और पैकटो में भर कर बेचने के लिए भेज दिया जाता है।

स्टार्च का सुखाना (Drying of starch)—जैसा मकई के स्टार्च में बतलाया गया है, आलू का स्टार्च भी विभिन्न विधियों से सुखाया जाता है। इन सब विधियों में गर्म वायु का प्रयोग स्टार्च के पानी को वाष्पित करने के लिए किया जाता है। स्टार्च करधनी के आकार के पट्टा-वाहक द्वारा एक गृह से दूसरे गृह में पहुँचता है। इन गृहों में गर्म वायु दूसरी ओर से प्रवेश कर पट्टों पर मौजूद स्टार्च के ऊपर प्रवाहित होती है और स्टार्च के पानी को वाष्पित कर अपने साथ उड़ा ले जाती है। प्रथम शोषक-गृह में जो वायु पहुँचती है उसका ताप लगभग 30° से 50° ग्रे. रहता है। दूसरे शोषक-गृह में वायु का ताप लगभग 45° - 50° रहता है। वाहक बहुत धीमी गति से इन गृहों से होता हुआ आगे बढ़ता है, और इतने समय में यहाँ की गर्म वायु द्वारा स्टार्च का अधिकांश जल वाष्पित हो जाता है और यह सूख कर ढोको के रूप में प्राप्त होता है।

एक दूसरी विधि में एक बड़ा लम्बा तथा चौड़ा पीपे के आकार का शोषक इस्तेमाल होता है। यह पीपा इस प्रकार रखा जाता है कि एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर ढाल रहता है। ऊँचे सिरे की ओर से गीला स्टार्च शोषक में प्रवेश करता है और नीचे के सिरे की ओर से गर्म वायु इसमें प्रवेश करती है। शोषक धीमी गति से गोलार्ध से

घूमता रहता है। जैसे-जैसे यह घूमता है स्टार्च इसमें ऊपर से नीचे ढाल की ओर धीरे-धीरे सरकता जाता है। यह स्टार्च विरुद्ध दिशा से आने वाली गर्म वायु के सम्पर्क में आता है। जिस समय तक स्टार्च शोषण के नीचे के सिरे के पास पहुँचता है यह पूर्ण रूप से सूख चुका होता है। इस सिरे से मूलां स्टार्च नीचे गिरता है और थैलो या पैकटो में भर लिया जाता है।

आलू से स्टार्च बनाने में समस्याएँ तथा सावधानियाँ—(१) आलू से स्टार्च बनाने में सब से पहली बात जिस पर ध्यान देने की आवश्यकता होती है यह है कि जो पानी विभिन्न पदो तथा क्रियाओ में प्रयुक्त हो उसमें लोहे का अश बिल्कुल न हो। यदि लोहे का सूक्ष्म अश भी पानी में रहता है तो स्टार्च मटमैले या हलके नीले रंग का प्राप्त होता है, एकदम स्वच्छ और सफेद स्टार्च नहीं प्राप्त होता। इसका कारण यह है कि आलू में टाइरोसिन (tyrosine) नामक एक प्रोटीन रहती है जो लोहे के साथ संयोग कर एक गहरे नीले रंग का यौगिक बनाती है।

(२) एक दूसरी समस्या आलू को सगृहीत रखने की होती है। आलू की फसल एक निश्चित मौसम में तैयार होती है। अतः मौसम के अतिरिक्त दिनों में स्टार्च बनाने के लिए आलू को संग्रह कर रखने की आवश्यकता होती है। सगृहीत अवस्था में आलू में निम्न तीन प्रक्रियाओ के होने से आलू से स्टार्च कम मात्रा में प्राप्त होता है—आलू के पानी के उडने से, आलू में मौजूद एंजाइमों की क्रिया द्वारा स्टार्च के आंशिक रूप में शर्करा में परिणत होने से तथा उत्पन्न हुई शर्करा के आलू की कोशिकाओं के श्वसन के फलस्वरूप नष्ट होने से। ऊपर की तीनों क्रियाओं की तीव्रता ताप पर निर्भर करती है। अतः इन क्रियाओं को रोकने तथा नियंत्रित रखने के लिए सगृहीत आलू के ताप का नियंत्रण बहुत आवश्यक है और यह बहुत कठिन कार्य है। यदि आलू को ०° से ० ग्रे ० से नीचे के ताप पर सगृहीत रखा जाता है तो आलू तो ठीक बना रहता है, किन्तु एक कठिनाई यह उपस्थित होती है कि जैसे ही इस ताप से आलू को साधारण ताप पर पुनः लाया जाता है यह बहुत शीघ्र सड़ना आरम्भ करता है। अतः आलू को ०° से ० ग्रे ० से साधारण ताप पर लाते ही तुरन्त उपयोग में लाना आवश्यक है, किन्तु प्रायः सब आलू को एक साथ तुरन्त उपयोग में लाना सम्भव नहीं हो पाता। आलू में उपस्थित एंजाइम साधारण ताप पर पूर्ण क्रियाशील रहते हैं और इस ताप पर आलू की कोशिकाओं का उपापचय भी प्रकृत रूप (normal) में होता है जिसके फलस्वरूप स्टार्च का धीमी गति से विघटन बराबर होता रहता है। साधारण ताप पर श्वसन भी पर्याप्त गति से होता है और इसके फलस्वरूप ताप में भी धीरे-धीरे वृद्धि होती रहती है। यदि ताप की इस उत्तरोत्तर वृद्धि को रोकने तथा नियंत्रित रखने का प्रबन्ध

नहीं किया जाता तो ताप की वृद्धि बराबर होती जाती है और इस वृद्धि के साथ श्वसन की गति भी तीव्र होती जाती है। फलस्वरूप आलू का अकुरण आरम्भ हो जाता है।

०° से ० ग्रे० ताप पर आलू को रखने से इसके पानी का उडना तथा इसकी श्वसन क्रिया दोनों लगभग पूर्ण रूप से रुक जाती है, किन्तु एजाइम द्वारा स्टार्च के शर्करा में परिणत होने की क्रिया एकदम नहीं रुकती, थोड़ी होती रहती है। व्यावहारिक दृष्टि से आलू को सगृहीत रखने के लिए सबसे ठीक ताप ६° और १०° से ० ग्रे० के बीच का होता है।

(३) आलू यदि कुछ रोगग्रसित होता है या उस पर पाला लग चुका होता है तो इसमें से स्टार्च निकालने में कठिनाई उपस्थित होती है। इस प्रकार का आलू थोड़ा मुलायम हो जाता है और इसका स्टार्च के अतिरिक्त कुछ अन्य भाग पानी के साथ एक जलीय निलम्बन में परिणत हो जाता है। यह निलम्बन स्टार्च-कणों के पृथक् होने में बाधा उपस्थित करता है जिसके कारण स्टार्च-दुग्ध से तलछटीकरण द्वारा स्टार्च का पृथक्करण सन्तोषपूर्ण नहीं होता। इसके साथ ही ऐसे आलू से प्राप्त स्टार्च में कुछ रंग भी आ जाता है, और इसमें कुछ रेशे भी मिले रहते हैं जो सरलता से नहीं निकाले जा सकते। इन रेशों के कारण इस स्टार्च में पानी भी अपेक्षाकृत अधिक नात्रा में रुका रहता है और इसके सुखाने की भी समस्या रहती है।

(४) आलू के स्टार्च में एक विशेष प्रकार की गंध रहती है। इस गंध को दूर करने के लिए कई प्रकार के रसाद्रव्यों (chemicals) का उपयोग किया जाता है, किन्तु प्रत्येक के साथ स्टार्च के विच्छेदन की आशंका रहती है। अतः इन रासायनिक पदार्थों का उपयोग करते समय बड़े नियंत्रण की आवश्यकता होती है। साधारण रीति से गंध नष्ट करने के लिए जिन पदार्थों का उपयोग किया जाता है वे निम्न हैं — क्लोरीन, सल्फ्यूरस अम्ल, ओजोन, हाइपोक्लोराइट, सोडियम कार्बोनेट, पोटैशियम परमैंगनेट और कास्टिक क्षार।

आलू से स्टार्च प्राप्त करने की पेशके और टोबलर की विधि (Peschke and Tobler's method)—सन् १९२५ में ई० पेशके तथा एफ० टोबलर^१ (E. Peschke and F. Tobler) ने एक नयी विधि आलू से स्टार्च निकालने की ज्ञात की है। इस विधि में बैसिलस फेल्सिन्सस (*Bacillus felsenus*) द्वारा आलू की लुगदी को किण्वित किया जाता है। यह जीवाणु सेल्यूलोस को विच्छेदित कर विलेय रूप में परिणत कर देता है किन्तु स्टार्च पर कोई प्रभाव नहीं डालता। सेल्यूलोस विलेय रूप में होकर सरलता से निकल जाता है। सेल्यूलोस के निकल जाने

के बाद स्टार्च-दुग्ध से स्टार्च का पृथक्करण तलछटीकरण द्वारा अपेक्षाकृत तीव्र गति से होता है।

शकरकंद का स्टार्च

शकरकंद में लगभग २२ से २६ प्रतिशत उक्त स्टार्च रहता है। इधर कुछ वर्षों से अमेरिका में शकरकंद से स्टार्च पर्याप्त मात्रा में प्राप्त किया जाने लगा है। इस स्टार्च के प्राप्त करने की विधि संक्षेप में निम्न प्रकार है —

बनाना—शकरकंद को पहले पानी से भली प्रकार धोकर इसमें चिपकी मिट्टी आदि साफ की जाती है, फिर इसे घन-मिल (hammer mill) में कुचल कर लुगदी के रूप में परिणत कर लिया जाता है। अब इस लुगदी में थोड़ा चूने का पानी मिलाकर खूब फेंका जाता है और ताँबे की चलनियों पर पानी से धोया जाता है। स्टार्च पानी के साथ स्टार्च-दुग्ध के रूप में छन कर नीचे प्राप्त होता है और रेशे तथा शकरकंद के मोटे भाग चलनी की जाली पर रुक जाते हैं। इस अवशिष्ट को पुनः ताँबे शकरकंद के साथ घन-मिल में मिला दिया जाता है।

ऊपर की विधि में चूने के पानी के दो कार्य हैं — (१) एक तो यह कि यह शकरकंद में उपस्थित कुछ अपद्रव्यों को जो निलम्बित अवस्था में रहते हैं अवक्षेपित कर बड़े कणों के रूप में कर देता है जो चलनियों के ऊपर सरलता से बिना छने बच रहने हैं और पृथक् हो जाते हैं। (२) दूसरा यह कि चूने का पानी शकरकंद में मौजूद रगकणों को घुलाने का काम करता है और इन्हें जलीय विलयन के रूप में स्टार्च से अलग निकाल देता है।

चलनियों से छनकर जो स्टार्च-दुग्ध प्राप्त होता है उसमें अभी भी कुछ रेशे आदि मिले रहते हैं। इसे अब कुछ अधिक महीन चलनी से छाना जाता है जिसमें मौजूद रेशे आदि पृथक् होकर जाली के ऊपर बच रहते हैं और स्टार्च के महीन कण पानी के साथ छनकर स्टार्च-दुग्ध के रूप में प्राप्त होते हैं। इस स्टार्च-दुग्ध को सीमेंट की बनी रम्ब्ली ढलुआ मेज पर धीमी गति से बहाया जाता है। स्टार्च धीरे-धीरे पृथक् होकर मेज पर पर्त रूप में जम जाता है और पानी बह कर नीचे के सिरे से गिर जाता है। मेज की लम्बाई साधारणतः १२० फुट, चौड़ाई २० फुट और गहराई १०-११ इंच होती है। मेज पर जमे स्टार्च को खुरच कर निकालने के बाद पानी के साथ निलम्बित किया जाता है और पुनः पहले की भाँति मेज पर तलछटीकरण के लिए प्रवाहित किया जाता है। अब जो स्टार्च की पर्त मेज पर पृथक् होती है उसे पानी के साथ निलम्बित कर उसमें थोड़ा सोडियम हाइपोक्लोराइट मिलाया जाता है। हाइपोक्लोराइट स्टार्च

मे मौजूद रंग को नष्ट करने का काम करता है। हाइपोक्लोराइट की क्रिया के बाद स्टार्च-निलम्बन में थोड़ी क्लोरीन रह जाती है। इसे दूर करने के लिए निलम्बन में थोड़ा सल्फर डाइ-आक्साइड मिलाया जाता है। इस प्रकार शोधित करने के बाद स्टार्च-निलम्बन को अपकेन्द्री यन्त्र में भेजा जाता है, जहाँ इसका अधिकांश पानी निकल जाता है और स्टार्च ठोस पतल रूप में अपकेन्द्री की जाली के चारों ओर चिपका रह जाता है। इस स्टार्च में अब भी लगभग ३५ प्रतिशत पानी रहता है। अपकेन्द्री यन्त्र से निकाल कर इसे उपयुक्त शोधक में भेज कर सुखाया जाता है और अन्त में चक्की में महीन पीस कर तथा पैकटो में भर कर बाजारों में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

मेज के निचले सिरे से टपक कर जो पानी नीचे गिरता है तथा अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा जो पानी पृथक् होता है उसमें थोड़ा स्टार्च निलम्बित अवस्था में रहता है। इसे बड़े-बड़े कुडों में, जिनके नीचे का भाग शक्नु के आकार का होता है, भर कर रख दिया जाता है। लगभग २४ घंटे में इस पानी का स्टार्च धीरे धीरे तली में बैठ जाता है और स्वच्छ पानी अधिपृष्ठ द्रव के रूप में पृथक् हो जाता है। ऊपर से निथार कर पानी को फेंक दिया जाता है और तली में बैठे अशुद्ध स्टार्च को बाहर निकाल कर तथा इसमें थोड़ा चूने का पानी मिला कर इसे मेज पर भेजे जाने वाले मुख्य स्टार्च-दुग्ध में मिला दिया जाता है।

उपयोग—शकरकंद का स्टार्च सूती कपड़ों पर कलफ देने के लिए बहुत अच्छा सिद्ध हुआ है। अन्य स्टार्चों की तुलना में इसके कलफ से कपड़ों पर सफेदी, चिकनापन तथा कड़ापन अधिक आता है। यह कागज के लिए सज्जक के रूप में तथा गोद, लेई और डेक्सट्रिन बनाने में भी बड़ा उपयोगी सिद्ध हुआ है।

शकरकंद को सुखा कर और महीन पीस कर जो आटा प्राप्त होता है उसमें स्टार्च लगभग ८०-९० प्रतिशत रहता है। इस आटे का उपयोग भी आजकल लेई बनाने में बहुत होता है। यह लेई रेशों के सन्दूक तथा कुछ अन्य कामों के लिए बहुत अच्छी होती है किन्तु इसमें कुछ रंग रहता है जिसके कारण उत्तम कोटि के रेशों के सन्दूक बनाने में इसका उपयोग नहीं हो सकता। अन्य बहुत से कामों में, जहाँ इसके रंग से कोई हानि नहीं होती, इसकी लेई का बड़ा उपयोग किया जाता है। इस आटे का कुछ उपयोग डबल रोटी बनाने तथा शराब बनाने में भी होता है।

केले से स्टार्च प्राप्त करना

केला दक्षिणी एशिया के सभी स्थानों में बहुतायत से उगता है। इसकी फलियों में खाद्य अवयवों की निम्न मात्राएँ रहती हैं.—

प्रोटीन	३ प्रतिशत
कार्बोहाइड्रेट	३६ ५ „
वसा	० २ „
खनिज द्रव्य	०.७ „
जल	६०.० „

केले के कार्बोहाइड्रेट में मुख्य रूप से स्टार्च होता है। इसके खनिज द्रव्य में लोहे के लवण भी रहते हैं। इस प्रकार केले में खाद्य अवयवों की अच्छी तथा उचित मात्राओं के रहने के कारण यह एक पौष्टिक खाद्य पदार्थ है, और जिन स्थानों में यह अधिक होता है वहाँ के निवासियों का मुख्य भोजन पदार्थ है। केले की कच्ची फलियों से स्टार्च प्राप्त किया जा सकता है, किन्तु केले की फलियों का मुख्य रूप से भोजन के रूप में ही उपयोग होता है। स्टार्च प्राप्त करने के लिए इनका उपयोग नहीं होता।

केले के हरे तने में भी स्टार्च की अच्छी मात्रा रहती है और इधर कुछ वर्षों के भीतर की गयी खोजों से ज्ञात हुआ है कि यह स्टार्च प्राप्त करने का अच्छा स्रोत है। स्टार्च निकालने के लिए केले के ताजे हरे तने को महीन काट कर पानी में डाल दिया जाता है, और मशीन द्वारा चालित विलोडक द्वारा खूब मथा जाता है। मथने से केले के तने की कोशिकाएँ फट जाती हैं और उनमें सगृहीत स्टार्च पानी में निकल आता है। इसे फिर चलनी द्वारा छाना जाता है। स्टार्च पानी के साथ निलम्बन के रूप में छन कर निकल आता है और तने के रेशे आदि चलनी के ऊपर अवशिष्ट के रूप में बच रहते हैं। इस स्टार्च-निलम्बन को, जो स्टार्च-दुग्ध कहलाता है, अब साद टकियों में भर कर शान्त छोड़ दिया जाता है। स्टार्च नीचे तली में धीरे-धीरे बैठ जाता है और पानी ऊपर पृथक् हो जाता है। जब पूर्ण रूप से स्टार्च नीचे बैठ जाता है तो ऊपर थिरे हुए साफ पानी को नित्यार कर फेंक दिया जाता है और तली में एकत्रित स्टार्च को अलग निकाल कर तथा सुखा कर रख लिया जाता है।

भारतवर्ष में इधर कुछ वर्षों से केले के तने से स्टार्च प्राप्त करने की ओर विशेष ध्यान दिया जा रहा है, क्योंकि मकई तथा अन्य अनाज जिनसे स्टार्च साधारण रीति से प्राप्त किया जाता है भोजन पदार्थ हैं और इनसे प्राप्त स्टार्च महंगा होता है।

निर्देश

१ E. Peschke and F. Tobler, *Faserforsch.*, 1925, 4, 252,
Chem. Zentr., 1925, 96, II, 1233.

स्टार्च के अवयव तथा गुणधर्म

स्टार्च के अवयव ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन

स्टार्च वास्तव में रासायनिक दृष्टि से समाग पदार्थ नहीं है। यह दो रासायनिक यौगिकों—ऐमिलोस (amylose) और ऐमिलोपेक्टिन (amylopectin)—का एक मिश्रण है। ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन दोनों ही बड़े सकीर्ण बहुलक (polymers) हैं और दोनों ही ग्लूकोस अणुओं के परस्पर के सघनन से बने हैं, किन्तु दोनों की रासायनिक संरचना एक दूसरे से भिन्न है। ऐमिलोस का अणुभार ऐमिलोपेक्टिन के अणुभार की अपेक्षा कुछ कम रहता है, अर्थात् ऐमिलोपेक्टिन का अणु ऐमिलोस की तुलना में अधिक सकीर्ण है। ऐमिलोस का एक अणु २०० से १००० ग्लूकोस अणुओं के सघनन से बना है, किन्तु ऐमिलोपेक्टिन के एक अणु में १५०० या इससे भी अधिक ग्लूकोस इकाइयाँ सघनित रहती हैं। इन दोनों में ग्लूकोस इकाइयों का संयोजन और प्रबन्ध भिन्न प्रकार का है और इसी के अनुसार इनके गुणधर्म भी एक दूसरे से भिन्न हैं। शुद्ध ऐमिलोस से धागे तथा फिल्म बनाये जा सकते हैं जो रुई के धागों की भाँति मजबूत और लचीले होते हैं और खींचने से शीघ्र टूटते नहीं, किन्तु ऐमिलोपेक्टिन से ऐसे धागे और फिल्म नहीं बनाये जा सकते। ऐमिलोपेक्टिन भंगुर होता है और इस कारण इसके फिल्म और धागे नहीं बन पाते, यदि बनते भी हैं तो चोट लगने से तुरन्त टूट जाते हैं। इस गुण से इन दोनों के भौतिक आकार पर प्रकाश पड़ता है।

साधारण स्टार्च के गुण इन दोनों अवयवों की उपस्थित मात्राओं के अनुपात के अनुसार होते हैं।

ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन को पृथक् करना—विभिन्न स्टार्चों में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन की प्रतिशत मात्राएँ भिन्न होती हैं। मकई के स्टार्च में ऐमिलोस लगभग २८ प्रतिशत रहता है और शेष ऐमिलोपेक्टिन होता है। मोमीय मकई तथा ज्वार (sorghum) में ऐमिलोस बिल्कुल नहीं रहता, केवल ऐमिलोपेक्टिन ही रहता

है। साधारणतः, अनाजों में ऐमिलोस की प्रतिशत मात्रा १५ से ३० तक रहती है। निम्न तालिका में कुछ वस्तुओं के स्टार्च में वर्तमान ऐमिलोस की प्रतिशत मात्राएँ दिखलाई गयी हैं; शेष ऐमिलोपेक्टिन होता है.—

स्टार्च	ऐमिलोस
मटर	६०.७५ प्रतिशत
साबूदाना	२७.०० ”
गेहूँ	२४.२६ ”
मकई	२२.२९ ”
टैपियोका	१७.० ”
चावल	१७.० ”
केला	२०.५ ”
आलू	२२.० ”
मोमीय जौ	० ”
मोमीय मकई	० ”

स्टार्च में वसा भी सूक्ष्म मात्राओं में मौजूद रहती है। इसे पहले निकाल दिया जाता है। पानी तथा मेथिल ऐलकोहल का १५ ८५ के अनुपात में बना मिश्रण स्टार्च में उपस्थित वसा को घुलाने के लिए अच्छा विलायक है। जलीय मेथिल ऐलकोहल द्वारा स्टार्च की सब वसा को निकालने के बाद शुद्ध स्टार्च को पानी के साथ ऑटोक्लेव (autoclave) में दाब पर गर्म किया जाता है। स्टार्च का एक समाग विलयन बन जाता है। इस विलयन में गरम अवस्था में ही आयतन के हिसाब से १० प्रतिशत मात्रा नार्मल-ऐमिल ऐलकोहल की मिलायी जाती है। इसे फिर धीमी गति से ठंडा किया जाता है और अंत में बर्फ द्वारा ठंडा किया जाता है। सुई के आकार के मणिभों के रूप में एक अवक्षेप पृथक् होता है जिसे अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा मातृ-द्राव से अलग कर लिया जाता है। यह अवक्षेप स्टार्च का ऐमिलोस अंश होता है। इसे पुनः ऊपर की भाँति पानी में दाब पर घुला कर ऐमिल ऐलकोहल द्वारा अवक्षेपित किया जाता है। इस रीति से कई बार मणिभीकरण करने पर शुद्ध रूप में स्टार्च का ऐमिलोस अवयव प्राप्त हो जाता है।^१

ऐमिलोस को ऊपर की विधि से पृथक् करने के बाद जो मातृ-द्राव बचता है उसमें ऐमिलोपेक्टिन मौजूद रहता है। इस मातृ-द्राव में शुद्ध मेथिल ऐलकोहल मिलाने से ऐमिलोपेक्टिन अवक्षेपित हो जाता है। इसे शुद्ध करने के लिए पुनः पानी में दाब पर

घुलाया जाता है और गुम-मेथिल ऐलकोहल द्वारा अवक्षेपित किया जाता है। इस प्रकार कई बार मणिभीकरण करने से शुद्ध रूप में ऐमिलोपेक्टिन प्राप्त हो जाता है।

एक दूसरी विधि^३ में डायस्टेस एंजाइम द्वारा स्टार्च का किण्वन (fermentation) किया जाता है। डायस्टेस केवल ऐमिलोस पर क्रिया करता है और इसे जल-विश्लेषित कर माल्टोस शर्करा में बदल देता है। डायस्टेस का ऐमिलोपेक्टिन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। डायस्टेस की क्रिया के बाद उत्पन्न हुए माल्टोस को अपोहन (dialysis) द्वारा ऐमिलोपेक्टिन से पृथक् कर लिया जाता है और शुद्ध ऐमिलोपेक्टिन प्राप्त हो जाता है। इस प्रकार इस विधि से केवल ऐमिलोपेक्टिन ही प्राप्त किया जा सकता है, ऐमिलोस का अंश नष्ट हो जाता है।

स्टार्च में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन का परिमाणन (Estimation of amylose and amylopectin in starch)—स्टार्च का ऐमिलोस अवयव आयोडीन का अधिशोषण कर नीला सकोर्ण यौगिक बनाता है, ऐमिलोपेक्टिन आयोडीन के साथ कोई अभिक्रिया नहीं करता। स्टार्च के साथ आयोडीन विलयन जो नीला रंग देता है वह ऐमिलोस द्वारा आयोडीन का अधिशोषण किये जाने के फलस्वरूप है। अतः आयोडीन की प्रतिक्रिया के आधार पर ऐमिलोस का मात्रात्मक परिमाणन किया जा सकता है और फिर स्टार्च की तोल में से ऐमिलोस की मात्रा घटाने पर ऐमिलोपेक्टिन की मात्रा ज्ञात हो सकती है।

शुद्ध ऐमिलोस द्वारा आयोडीन का कितना अधिशोषण होता है, यह पहले ज्ञात कर लिया जाता है (शुद्ध ऐमिलोस १९ प्रतिशत आयोडीन अधिशोषित करता है)। फिर जिस स्टार्च में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन का परिमाणन करना होता है उसकी एक निश्चित तोल थोड़े पानी में निलम्बित कर उसमें प्रामाणिक आयोडीन विलयन की अधिक मात्रा डाल दी जाती है। जितना आयोडीन ऐमिलोस द्वारा अधिशोषित होता है वह पोटेशियोमेट्रिक अनुमापन द्वारा ज्ञात कर लिया जाता है। गणना द्वारा फिर यह ज्ञात हो जाता है कि कितना ऐमिलोस स्टार्च की ली गयी मात्रा में मौजूद है। ऐमिलोस की इस मात्रा को स्टार्च की तोल में से घटाने पर ऐमिलोपेक्टिन की मात्रा ज्ञात हो जाती है। इन फलो से फिर स्टार्च में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन दोनों अवयवों का प्रतिशत ज्ञात हो जाता है।

विभिन्न स्टार्चों के ऐमिलोस की आयोडीन के प्रति प्रक्रिया एकदम समान नहीं होती। यह अन्तर सम्भवतः विभिन्न ऐमिलोस श्रृंखला की लम्बाई के अन्तर के कारण है, किन्तु यह निश्चित रूप से अभी ज्ञात नहीं है। इसी प्रकार विभिन्न स्टार्चों के ऐमि-

लोपेक्टिन में भी परस्पर थोड़ा अन्तर आयोडीन के प्रति होता है, किन्तु इसका भी वास्तविक कारण अभी तक निश्चित रूप से ज्ञात नहीं हो सका है।

मोमीय तथा ग्लूटेनीय स्टार्च

कुछ अनाजों का स्टार्च आयोडीन के साथ नीला रंग न देकर लाल या पीला आदि कोई अन्य रंग देता है। इस स्टार्च का ज्ञान पिछले लगभग ७० वर्षों से है और कुछ वर्षों पूर्व तक यही समझा जाता था कि यह एक नये प्रकार का स्टार्च है, किन्तु स्टार्च की रासायनिक संरचना का स्पष्टीकरण हो जाने से अब हमें यह ज्ञात हो गया है कि इस स्टार्च में मुख्य रूप से ऐमिलोपेक्टिन रहता है। आयोडीन के साथ नीला रंग देने वाले स्टार्चों में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन दोनों मिश्रण रूप में रहते हैं। आयोडीन के साथ लाल रंग देने वाले स्टार्च को तथा जिन अनाजों में यह पाया जाता है, उन्हें मोमीय या ग्लूटेनीय (waxy or glutinous) नाम दिया गया है, किन्तु यह नाम भ्रामक है। इस नाम से यह बोध होता है कि इनमें मोम या ग्लूटेन की मात्रा विशेष रूप से रहती है, किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है। मोमीय नाम देने का कारण यह है कि जिन अनाजों में यह स्टार्च पाया जाता है उनके भ्रूणपोष को काटने पर उसकी सतह कड़े मोम की तरह दिखलाई देती है। ग्लूटेनीय नाम इनकी लेई के अच्छे आसजक गुण पर आधारित है।

जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं स्टार्च का ऐमिलोस अवयव ही आयोडीन के साथ नीला रंग उत्पन्न करता है, ऐमिलोपेक्टिन के साथ आयोडीन कोई रंग नहीं देता। अतः मोमीय स्टार्च के साथ जो रंग आयोडीन देता है वह वास्तव में आयोडीन विलयन और स्टार्च के रंग के बीच का ही कोई रंग होता है।

नीचे की तालिका में कुछ पौधों के नाम दिये गये हैं जिनमें यह स्टार्च पाया जाता है —

ग्लूटेनीय चावल (*Oryza glutinosa*)

ग्लूटेनीय ज्वार (*Sorghum vulgare*)

मोमीय जौ (*Hordeum sativum*)

मोमीय मकई (*Zea mays*)

मोमीय ज्वार (*Penicum miliaceum*)

जिन स्थानों में ये मोमीय अनाज पैदा होते हैं वहाँ लोगों को बहुत प्राचीन काल से यह मालूम था कि यह स्टार्च सामान्य स्टार्च से पकाने पर भिन्न गुण प्रकट करता है। ग्लू-

टेनीय चावल का बहुत उपयोग प्राचीन समय से भारतवर्ष तथा चीन में आसजक के अर्थ होता रहा है। इसे केवल निर्धन लोग ही भोजन के रूप में खाते हैं। कुछ वस्तुएँ बनाने के लिए यह स्टार्च विशेष रूप से उपयुक्त माना जाता है। जापान में इस चावल का उपयोग एक विशेष प्रकार की रोटी जिसे 'मोची' (mochi) कहते हैं बनाने में तथा एक पेय तैयार करने में बहुत प्राचीन काल से होता रहा है।

ग्लूटेनीय ज्वार भी कई प्रकार की भोजन की वस्तुएँ पका कर बनाने के लिए उपयुक्त समझी जाती है। ऐसा अनुमान है कि चीन में इसे ईसा के २००० वर्ष पूर्व से उगाया जाता रहा है। इससे यहाँ एक ऐलकोहलिक पेय बड़ी मात्रा में प्राप्त किया जाता है।

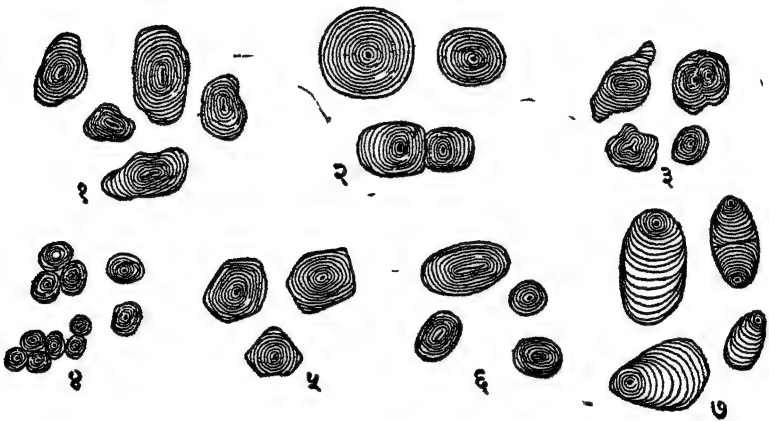
मोमीय मकई के छिलके का उपयोग उत्तरी बरमा में सिगार को लपेटने के लिए होता रहा है। इसमें चिपकने का गुण बहुत होता है। भोजन की दृष्टि से यह साधारण मकई की तुलना में हीन है। इसमें साधारण मकई की अपेक्षा तेल की मात्रा थोड़ा अधिक होती है। साधारण मकई के स्टार्च की लेई ठंडा किये जाने पर शीघ्र ही अपारदर्शक हो जाती है और यदि लेई की सान्द्रता ४ प्रतिशत से अधिक होती है तो यह कडे जेल (gel) के रूप में जम जाती है, किन्तु मोमीय मकई के स्टार्च की २० प्रतिशत सान्द्रता तक की लेई ठंडी किये जाने पर न तो अपारदर्शक होती है और न जेल के रूप में जमती ही है। अतः अपने निम्न गुणों के कारण मोमीय मकई का स्टार्च आसजक के रूप में उपयोग करने के लिए बहुत उपयुक्त है—लेई की पारदर्शकता, अधिक श्यानता, इसके शीघ्र जेल के रूप में न जमने का गुण, इसकी अधिक आसजक शक्ति तथा इसके रासायनिक अभिकर्मक द्वारा शीघ्र डेक्सट्रिन में परिवर्तित होने का गुण। मोमीय स्टार्च से बना डेक्सट्रिन अधिक आसजकता का होता है और इसमें अधिक तरलता (fluidity) होती है जिसके कारण यह लिफाफों पर गोद के अर्थ प्रयुक्त होने के लिए अधिक उपयुक्त आसजक है।

मोमीय स्टार्च को श्लिषीय ताप से नीचे के ताप पर अम्लों द्वारा अभिकृत कर जो तनु अवस्था में उबलने वाले स्टार्च (thin boiling starch) प्राप्त किये जाते हैं, उनमें एक बड़ा अच्छा गुण यह होता है कि वे ठंडा किये जाने पर भी मुलायम तथा तरल बने रहते हैं। इसके विपरीत साधारण मकई, आलू और टैपियोका के स्टार्च से बनाये गये तनु अवस्था में उबलने वाले स्टार्च ठंडा होने पर कडे और भगुर जेल के रूप में शीघ्र जम जाते हैं। इस गुण के कारण मोमीय स्टार्च का बड़ा उपयोग रई के महीन कपड़ों के सज्जीकरण के लिए होता है। अच्छे कागजों पर भी सज्जीकरण करने में इसका उपयोग होता है।

स्टार्च के गुणधर्म

भौतिक गुणधर्म (Physical properties)—शुद्ध स्टार्च गंधरहित तथा स्वाद-रहित एक स्वच्छ उदासीन चूर्ण है जो ठंडे पानी में तथा अधिकांश कार्बनिक विलायकों में अविलेय है। पूर्ण रूप से सुखाया गया स्टार्च जल-ग्राही होता है। हवा में सुखाये गये स्टार्च में पर्याप्त मात्रा में पानी रह जाता है।

स्टार्च पानी में यद्यपि अविलेय है पर पानी के सम्पर्क में रहने पर कुछ अंश तक फूलता है। सुखाने पर फिर यह सिकुड़ कर अपने पहले रूप में आ जाता है। विभिन्न पदार्थों से प्राप्त होने वाले स्टार्च एक दूसरे से कणों के आकार, रूप तथा नाप में बहुत भिन्नता प्रदर्शित करते हैं और इस कारण प्रायः सूक्ष्मदर्शी द्वारा स्टार्च-कणों का परीक्षण कर यह जाना जा सकता है कि कोई स्टार्च किस पदार्थ से प्राप्त किया गया है।



चित्र ५—स्टार्च-कण

[१—मटर के; २—केले के; ३—शकरकंद के; ४—चावल के; ५—मकई के;

६—जने के बीजपत्र के; ७—आलू के]

साधारण रीति से कदो और जडों में पाये जाने वाले स्टार्च के कण बीजों में पाये जाने वाले स्टार्च के कणों से अधिक बड़े होते हैं। बीजों के स्टार्च-कणों की लम्बाई साधारणतः ३ से २० म्यू तक होती है, किन्तु कदो और जडों के स्टार्च-कणों की लम्बाई १० से १०० म्यू तक होती है। कदो और जडों के स्टार्च बीजों के स्टार्च की अपेक्षा अधिक शद्ध भी होते हैं। प्राकृतिक अवस्था में सभी स्टार्चों के कण द्वि-वर्तनशील (birefringent) होते हैं।

स्टार्च को पानी में डालने पर स्टार्च-कण धीरे-धीरे पानी शोषित करते हैं और फूलते हैं, और इसी के अनुसार इनकी द्वि-वर्तनता घटती जाती है। यह क्रिया ताप की वृद्धि के साथ-साथ 70° से 0 ग्रे तक बढ़ती जाती है। इससे ऊँचे ताप पर पानी के साथ गरम किये जाने पर स्टार्च-कण इतना फूल जाते हैं कि वे फटने लगते हैं और पानी के साथ मिश्रित होकर एक कलिल विलयन या श्लिषीय विलयन बनाते हैं, और इनकी द्वि-वर्तनता पूर्ण रूप से नष्ट हो जाती है। स्टार्च के इस प्रकार श्लिषीय विलयन में परिवर्तित होने की क्रिया श्लिषीकरण (gelatinization) कहलाती है, और वह ताप जिस पर इसके कणों की द्वि-वर्तनता पूर्ण रूप से नष्ट हो जाती है और यह श्लिषीय रूप में परिवर्तित हो जाता है, श्लिषीकरण ताप (gelatinization temperature) कहलाता है। यदि पानी की मात्रा अधिक रहती है तो कलिल विलयन बनता है और यदि कम तो श्लिषीय विलयन प्राप्त होता है। प्रत्येक स्टार्च का श्लिषीकरण ताप भिन्न होता है, किन्तु साधारणतः 60° से 0 ग्रे और 70° से 0 ग्रे के बीच में रहता है। श्लिषीकरण ताप कणों की मात्रा पर भी बहुत अंश तक निर्भर करता है। जिस स्टार्च के कण छोटे होते हैं उसका श्लिषीकरण साधारणतः उस स्टार्च की अपेक्षा जिसके कण बड़े होते हैं अधिक ऊँचे ताप पर तथा अधिक धीमी गति से होता है। विलयन की हाइड्रोजन आयन-सान्द्रता का भी प्रभाव श्लिषीकरण ताप पर पड़ता है। कास्टिक क्षार की उपस्थिति में साधारण ताप पर ही स्टार्च का श्लिषीकरण हो जाता है और कलिल विलयन प्राप्त होता है।

जब स्टार्च-कणों को पानी के साथ श्लिषीकरण ताप से ऊपर लगभग 100° से 0 ग्रे ताप पर गरम किया जाता है तो कण बहुत अधिक फैल जाते हैं और पारदर्शक तथा भजनशील हो जाते हैं, और एक गाढ़ी श्यान (viscous) लेई बन जाती है। इस लेई को और अधिक ऊँचे ताप पर, लगभग 120° से 0 ग्रे, गरम करने पर कण टूट कर छिन्न-भिन्न हो जाते हैं और उनका आकीर्णन (dispersion) हो जाता है। कणों को भौतिक या यान्त्रिक रीति से छिन्न-भिन्न करने पर उनमें ठंडे पानी में ही आकीर्ण होने का गुण आ जाता है।

जब स्टार्च-कणों को अधिक पानी के साथ गरम किया जाता है तो कणों के फूलने की मात्रा ताप पर निर्भर करती है, अर्थात् एक निश्चित ताप तक गरम करने पर वे एक निश्चित अंश तक फूलते हैं और फिर चाहे जितनी देर तक इस ताप पर रहें और अधिक नहीं फूलते। ताप की वृद्धि करने पर उनका और फूलना पुनः आरम्भ होता है। किन्तु यदि पानी की मात्रा पर्याप्त नहीं रहती तो कणों का फूलना भी पूर्ण अंश तक नहीं हो पाता।

श्लिषीकृत होने के पूर्व कणों का आकार मणिभीय होता है, जैसा एक्स-किरणों में लिये गये चित्रों से विदित होता है। श्लिषीकरण ताप पर द्वि-वर्तनता नष्ट हो जाती है और कम मणिभीय अवस्था हो जाती है। अधिक पानी में 90° - 100° से 0 से 0 ताप पर कणों की पूर्ण अमणिभीय (non-crystalline) अवस्था हो जाती है।

स्टार्च का एक विशेष गुण यह है कि जब इसका एक जलीय विलयन बना कर शान्त रख दिया जाता है तो विलयन धीरे धीरे अपारदर्शिता (opacity) प्रदर्शित करने लगता है और अन्त में ठोस कणों के रूप में अवक्षेपित होने लगता है। स्टार्च के इस गुण को पश्चगमन (retrogradation) कहते हैं। पश्चगमन का कारण निम्न है —

स्टार्च में अणु परस्पर एकत्रित होकर बड़े समूह बनाते हैं। जब स्टार्च पानी में घोला जाता है तो इसके समूह विच्छिन्न होकर अणुओं में पृथक् हो जाते हैं और फलस्वरूप एक अर्ध-पारदर्शक या पारदर्शक कलिल विलयन बनता है। रखे रहने पर इस विलयन के अणु पुनः परस्पर धीरे-धीरे जुटने लगते हैं और अन्त में अपने पूर्व रूप में आ जाते हैं जो पानी में अविलेय होने के कारण अवक्षेपित होकर पृथक् हो जाते हैं। इस प्रकार पश्चगमन का गुण अमणिभीय अवस्था से सगठित मणिभीय अवस्था में आने के फलस्वरूप है।

पश्चगमन का गुण व्यावहारिक दृष्टि से बड़े महत्त्व का है। रोटी के बासीपन में तथा परिरक्षित सूप (soup), मटर, मकई तथा अन्य भोजन पदार्थों में, जिनमें स्टार्च डाला जाता है, जो परिवर्तन रखने पर होते हैं वे पश्चगमन के गुण के कारण ही मुख्य रूप से होते हैं। कपड़े और कागज के सज्जीकरण में तथा आसजक उद्योग में भी इस गुण का महत्त्व है।

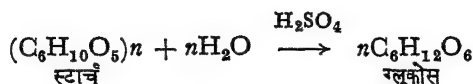
जब स्टार्च को चक्की में महीन पीसा जाता है तब भी इसके कण फट जाते हैं। इस प्रकार का महीन पीसा स्टार्च ठंडे पानी के साथ श्लिषीय विलयन बनाता है।

स्टार्च एक कलिल पदार्थ (colloidal substance) है। इसके जलीय विलयन या श्लिष की श्यानता (viscosity), मजबूती तथा चिपकने की शक्ति आदि गुण बहुत महत्त्व के हैं। इन गुणों के आधार पर ही विभिन्न स्टार्चों का मूल्य बाजारों में निर्धारित होता है।

स्टार्च चूर्ण हल्का और चिकना होता है और इसमें वस्तु को आच्छादित करने का अच्छा गुण होता है। अपने इन गुणों के कारण स्टार्च चूर्ण का बड़ा उपयोग प्रसाधन पाउडरों के रूप में तथा पाकचूर्ण बनाने में होता है। स्टार्च चूर्ण में अच्छी शोषण शक्ति भी होती है। अतः विभिन्न बहु-सक्रिय रासायनिक पदार्थों को स्टार्च में शोषित

जल-विश्लेषण की क्रिया के ठीक नियंत्रण से स्टार्च से वाछित पदार्थ प्राप्त किये जा सकते हैं।

किसी खनिज अम्ल की थोड़ी मात्रा स्टार्च के निलम्बन में डालकर निलम्बन को उबालने से स्टार्च पूर्ण रूप से जल-विश्लेषित हो जाता है और ग्लूकोस उत्पन्न करता है। इससे यह सिद्ध होता है कि स्टार्च केवल ग्लूकोस अणुओं के परस्पर के सघनन से बना यौगिक है —



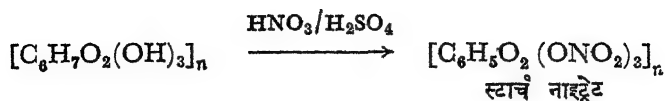
यदि अम्ल द्वारा जल-विश्लेषण की क्रिया नियंत्रित रूप से करायी जाती है तो बीच का पदार्थ ऐमिलोडेक्सट्रिन (amylodextrin) प्राप्त होता है। ऐमिलोडेक्सट्रिन का पूर्ण जल-विश्लेषण करने पर अन्त में ग्लूकोस उत्पन्न होता है।

एजाइमो द्वारा स्टार्च के जल-विश्लेषण की क्रिया ऐमिल-विच्छेदन (amylolysis) कहलाती है। विभिन्न एजाइमो द्वारा स्टार्च का जल-विश्लेषण विभिन्न प्रकार से होता है और विभिन्न पदार्थ प्राप्त होते हैं।

ऐमिलेस की क्रिया—स्टार्च जिस रूप में पौधों में पाया जाता है उस रूप में स्टार्च पर ऐमिलेस की क्रिया नहीं होती। स्टार्च की लेई को खूब मथने पर या १२०° से. ग्रे. पर लगभग ३० मिनट तक गरम करने के बाद यह उपयुक्त रूप में आता है जिस पर ऐमिलेस की क्रिया ठीक से होती है। साधारण रीति से विलेय स्टार्च का विलयन बना कर इस पर ऐमिलेस की क्रिया का अध्ययन किया जाता है।

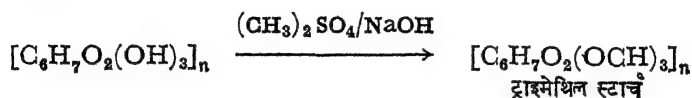
(क) α -ऐमिलेस की क्रिया—हम पीछे पढ़ चुके हैं कि यह डेक्सट्रिन-उत्पादक एजाइम है। फफूंदो, अग्न्याशय, लार तथा विभिन्न जन्तुओं के यकृत से प्राप्त ऐमिलेस मुख्य रूप से α -ऐमिलेस होता है।

α -ऐमिलेस की स्टार्च पर क्रिया β -ऐमिलेस की क्रिया की अपेक्षा अधिक जटिल है। आरम्भ में α -ऐमिलेस स्टार्च-अणु की शृंखलाओं का विघटन करता है जिसके फलस्वरूप सरल शृंखलाएँ बनती हैं। इन शृंखलाओं की लम्बाई ६ ग्लूकोस इकाइयाँ होती हैं। ६ ग्लूकोस इकाइयों की शृंखलाओं द्वारा संगठित यह सरल पदार्थ डेक्सट्रिन है। इस डेक्सट्रिन का फिर ऐमिलेस द्वारा जल-विश्लेषण बहुत धीमी गति से होता है। अतः ऐसा अनुमान होता है कि α -ऐमिलेस लम्बी शृंखलाओं पर क्रिया करने में ही समर्थ है और शृंखलाओं की लम्बाई एक सीमा से कम होने पर यह उस पदार्थ के प्रति विशेष क्रियाशील नहीं रहता।

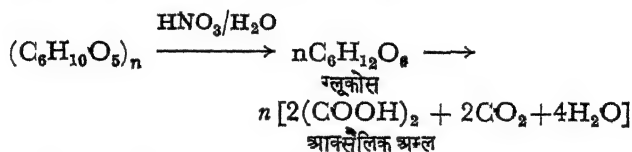


नाइट्रो-स्टार्च एक विस्फोटक पदार्थ है और विस्फोटक के रूप में इसका बड़ा उपयोग होता है।

(५) ईथरीकरण—डाइ-मेथिल सल्फेट के साथ कास्टिक क्षार की उपस्थिति में अभिकृत किये जाने पर स्टार्च एक डाइ-मेथिल यौगिक बनाता है जो एक ईथर यौगिक है.—



(६) आक्सीकरण—स्टार्च का आक्सीकरण विभिन्न आक्सीकारकों द्वारा होने पर विभिन्न पदार्थ प्राप्त होते हैं। सान्द्र नाइट्रिक अम्ल से स्टार्च को आक्सीकृत करने पर आक्सैलिक अम्ल प्राप्त होता है। इस क्रिया में स्टार्च का जल-विश्लेषण तथा आक्सीकरण साथ-साथ होता है। पहले जल-विश्लेषण होकर ग्लूकोस उत्पन्न होता है और यह फिर आक्सीकृत होकर आक्सैलिक अम्ल में परिणत हो जाता है.—



स्टार्च को कार्बन टेट्राक्लोराइड में निलम्बित कर नाइट्रोजन डाइ-आक्साइड द्वारा आक्सीकृत करने पर पालीग्लूक्यूरॉनिक अम्ल (polyglucuronic acid) प्राप्त होता है। पालीग्लूक्यूरॉनिक अम्ल में स्टार्च की प्रत्येक ग्लूकोस इकाई का प्राइमरी ऐलकोहली मूलक (CH_2OH) कार्बोक्सिल मूलक में आक्सीकृत हो जाता है।



पालीग्लूक्यूरॉनिक अम्ल के लवणों का उपयोग उद्योग में आकीर्णक (dispersants), श्लिषकारक (gel formers), स्थायीकारक (stabilizers) तथा गाढ़क (thickening agents) आदि के रूप में होता है।

साधारण अवस्था तक स्टार्च को आक्सीकृत करने पर विभिन्न ऐसे पदार्थ प्राप्त किये जाते हैं जिनके अणु बहुत अधिक विघटित नहीं हुए हैं। इन पदार्थों को आक्सीकृत स्टार्च कहते हैं। इनमें स्टार्च की अपेक्षा अधिक आसजकता होती है। ये शीघ्र घुल जाते हैं और इनके विलयनों में स्टार्च विलयनों की अपेक्षा अधिक तरलता तथा पारदर्शिता भी होती है। इसका मुख्य उपयोग कागज और कपड़ों के सज्जक के रूप में तथा सूत में माड़ी के रूप में होता है। आक्सीकृत स्टार्च अधिकतर सोडियम या कैल्शियम हाइपोक्लोराइट द्वारा स्टार्च का आक्सीकरण कर प्राप्त किये जाते हैं।

साधारण रीति से लगभग ३५ प्रतिशत स्टार्च-निलम्बन को ६-७ प्रतिशत हाइपोक्लोराइट विलयन से ३५°-४०° ताप पर अभिकृत किया जाता है। बीच-बीच में विलयन को निकाल कर उसकी तरलता देखते रहते हैं। इससे यह ज्ञात हो जाता है कि आक्सीकरण किस अंश तक हुआ है। जब तरलता-परीक्षण से यह ज्ञात हो जाता है कि आक्सीकरण निर्धारित सीमा तक हो गया है तब अभिक्रिया को आगे बढ़ने से रोक दिया जाता है। अभिक्रिया को रोकने के लिए इसमें सोडियम बाइ-सल्फाइट की इतनी मात्रा डाली जाती है कि मिश्रण का pH ३ और ६ के बीच में रहे। इसे फिर छान कर और धोल कर सुखा लिया जाता है। उचित नियंत्रण द्वारा इच्छित प्रकार का आक्सीकृत स्टार्च बनाया जा सकता है।

(७) फार्मेलडीहाइड के साथ प्रक्रिया—शुष्क स्टार्च पर फार्मेलडीहाइड की क्रिया कराने पर एक ऐसा पदार्थ प्राप्त होता है जो ५५° से ० ग्रे ताप पर पानी में घुलकर एक गाढ़ा विलयन बनाता है। यह पदार्थ १०० भाग स्टार्च को १ ८ भाग फार्मेलडीहाइड के साथ ७६° से ० ग्रे पर एक बंद बर्तन में गरम करने पर बनता है। इस पदार्थ को डेढ़ गुना पानी के साथ ५५° से ० ग्रे पर मिला कर एक लेई के रूप में कर लेने के बाद फिर ८०° से ० ग्रे पर सुखाने और चूर्ण करने से एक ऐसा पदार्थ प्राप्त होता है जो ठंडे पानी में विलेय होता है। यह पदार्थ १२-१४ गुने पानी में घुल कर एकदम पारदर्शक आसजक श्लिष देता है जो प्लाइवुड को जोड़ने के लिए बहुत अच्छा आसजक है।

स्टार्च के उपयोग

स्टार्च का सबसे बड़ा महत्त्व यह है कि यह हमारे भोजन का मुख्य अवयव है। इसके अतिरिक्त स्टार्च का बड़ा उपयोग ऐलकोहल, ग्लूकोस, डेक्सट्रिन, माल्टोस तथा कैरामेल (caramel) बनाने में होता है। कपड़ों पर कलफ देने के लिए भी इसका उपयोग किया जाता है। कपड़ों पर स्टार्च का कलफ देने के बाद जब इस्तरी की जाती

है तो कलफ का स्टार्च डेक्सट्रिन में परिणत हो जाता है और इस प्रकार कपड़े पर एक चमकीली पतं डेक्सट्रिन की आ जाती है। इस काम के लिए आलू का स्टार्च अधिक उपयोग में आता है। इसमें थोड़ा सुहागा भी मिला दिया जाता है। इससे अधिक चमक आती है। प्रायः स्टिरिक अम्ल या पैराफिन मोम के चूर्ण के साथ मिला कर भी स्टार्च का उपयोग कलफ के लिए किया जाता है। इस मिश्रण से भी कपड़ों पर बड़ी चमक आती है। चावल के स्टार्च को पानी में घोल कर सीधे भी कलफ के लिए उपयोग करते हैं।

गेहूँ के स्टार्च की लेई में चिपकने का गुण बहुत अच्छा होता है, इस कारण इसका बड़ा उपयोग पुस्तकों की जिल्द बँधाई में तथा इस्तिहार आदि चिपकाने में होता है।

कैलिको छपाई में स्टार्च का उपयोग रगस्थापक (mordant) के रूप में होता है। कागज के सज्जीकरण के लिए भी स्टार्च का उपयोग बहुत होता है।

प्रसाधन पाउडर बनाने में चावल के स्टार्च का बहुत उपयोग होता है। धातुओं की ढलाई के काम में साँचों पर छिड़कने के लिए भी स्टार्च एक उपयोगी पदार्थ है।

प्रयोगशालाओं में आयोडीन के आयतनात्मक परिमाणन में स्टार्च का सूचक (indicator) के रूप में उपयोग होता है।

निर्देश

1. T J Schoch, J. Amer Chem. Soc , 1942, **64**, 2957.
2. Lung and Nanji, J , 1923, **123**, 2666
3. P N Hobson, W. J. Whelan and S Peat, *Biochem J* , 1950, **47**, XXXIX

विलेय स्टार्च तथा स्टार्च के एस्टर और ईथर

जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, स्टार्च एक बड़ा सकीर्ण बहुलक है जो बहुत से ग्लूकोस अणुओं के परस्पर के सघनन से बना है। यदि स्टार्च-अणु में से हम ग्लूकोस इकाइयाँ क्रम से एक के बाद दूसरी निकालते जायँ तो अणु सरल होता जायगा। सरल होते होते एक ऐसी सीमा आती है कि अणु अन्य सब गुणों में तो स्टार्च के समान रहता है किन्तु मूल स्टार्च के विपरीत यह गरम पानी में घुल कर एक स्वच्छ समाग विलयन बनाता है। इस सरल रूप को विलेय स्टार्च कहते हैं। विलेय स्टार्च के अणु को और अधिक सरल करने पर एक ऐसी सीमा आती है जब पदार्थ में स्टार्च के गुण नहीं रह जाते और यह ठंडे पानी में शीघ्र विलेय हो जाता है। इसके विलयन में गोद की तरह चिपकने का गुण रहता है। इस सरल यौगिक को डेक्सट्रिन कहते हैं। विच्छेदन की क्रिया और आगे होती रहने पर डेक्सट्रिन का अणु भी क्रमानुसार सरल होता जाता है और अन्त में माल्टोस और ग्लूकोस बनता है। इस प्रकार स्टार्च अणु को नियंत्रित रूप से विच्छेदित करने पर क्रम से निम्न सरल यौगिक प्राप्त होते हैं — विलेय स्टार्च, डेक्सट्रिन, माल्टोस और ग्लूकोस।

विलेय स्टार्च

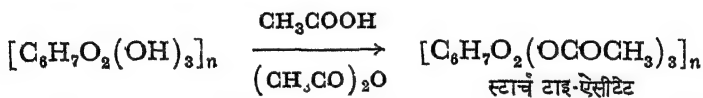
साधारण स्टार्च पानी में कठिनता से घुलकर जलीय निलम्बन बनाता है। यह निलम्बन बहुत अपारदर्शक तथा गाढ़ा होता है। विलेय स्टार्च पानी में शीघ्र घुल जाता है और एक पारदर्शक स्वच्छ पतला निलम्बन देता है। विभिन्न कामों के लिए यह स्टार्च बहुत उपयोगी है, विशेष कर प्रयोगशालाओं के कामों के लिए, और आजकल यह बड़ी मात्रा में बनाया जाता है। यह प्राकृतिक स्टार्च को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अभिकृत करने पर बनता है। इसके बनाने की विधि निम्न प्रकार है—

प्राकृतिक स्टार्च को बहुत तनु ऐलकोहली हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ मिश्रित कर ८०° से ० ग्रे० पर लगभग आधे घंटे तक रख दिया जाता है। इसके बाद नियार कर अम्ल को निकाल दिया जाता है और स्टार्च को पानी से कई बार धो कर सुखा

लिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त स्टार्च गरम पानी में शीघ्र घुल जाता है और एक पतला स्वच्छ विलयन देता है। इस स्टार्च को इसी कारण विलेय स्टार्च कहते हैं। यह स्टार्च जब कुछ दिनों तक सूखी अवस्था में रखा रहता है तो पुनः अविलेय रूप में परिणत हो जाता है।

स्टार्च के एस्टर (Esters of Starch)

स्टार्च ऐसीटेट—स्टार्च को ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल के साथ जब लगभग १००° ताप पर कुछ घंटे तक गरम किया जाता है तो इसका केवल आंशिक ऐसीटिलीकरण होता है। लगभग २५ दिनों तक बराबर गरम करते रहने पर ही पूर्ण ऐसीटिलीकरण हो पाता है। ऐसीटिक अम्ल और ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड के मिश्रण द्वारा पूर्ण ऐसीटिलीकरण होने में लगभग ४५ घंटे लगते हैं। ऐसीटिक अम्ल और ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड मिश्रण के साथ कोई उत्प्रेरक मिला देने पर स्टार्च का ऐसीटिलीकरण अधिक शीघ्र हो जाता है, किन्तु साथ ही स्टार्च अणु का कुछ विघटन भी होता है जिसके फलस्वरूप जो ऐसीटेट एस्टर बनता है उसमें स्टार्च अणु की लम्बाई कुछ कम रहती है। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस या पिरिडीन ऐसीटिलीकरण के लिए अच्छे उत्प्रेरक हैं। पूर्ण ऐसीटिलीकरण हो जाने पर ट्राइऐसीटेट बनता है। ऐसीटिलीकरण की समाप्ति के बाद द्रव को ठंडे पानी में डालने पर एस्टर अवक्षेपित हो जाता है। इसे फिर छान कर और अच्छी प्रकार धो कर सुखा लिया जाता है।

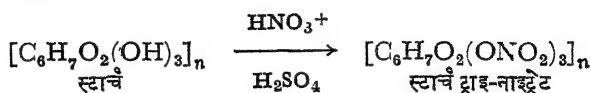


स्टार्च एस्टरों का उपयोग (१) स्टार्च के ईथर बनाने में, (२) क्लोरीनीकृत स्टार्च ऐसीटेट बनाने में तथा (३) पेट बनाने में होता है।

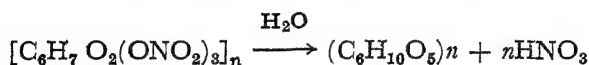
नाइट्रिक एस्टर—स्टार्च के नाइट्रिक अम्ल एस्टर सर्वप्रथम सन् १८३३ में बनाये गये थे, किन्तु उसके बाद लगभग १०० वर्षों तक इस ओर कोई ध्यान नहीं दिया गया। स्टार्च नाइट्रेट बड़े विस्फोटक पदार्थ है और आजकल इनका बड़ी मात्रा में उपयोग विभिन्न विस्फोटक बनाने में होता है। कुछ समय पूर्व तक अधिकतर टैपियोका स्टार्च से स्टार्च नाइट्रेट बनाये जाते थे, किन्तु आजकल मकई के स्टार्च का उपयोग मुख्य रूप से स्टार्च नाइट्रेट बनाने में होता है।

इसे बनाने के लिए स्टार्च को दो भाग सघूम नाइट्रिक अम्ल (fuming nitric acid) और तीन भाग सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण द्वारा ०° से ५° से ० ग्रे ०

तक के बीच के ताप पर अभिकृत किया जाता है। अभिक्रिया के बाद कुल पदार्थ को ठंडे पानी में डालने पर स्टार्च नाइट्रेट अवक्षेपित हो जाता है। इसे छान कर और धो कर, फिर सँभाल कर सुखाया जाता है। सुखाते समय बहुत सावधानी रखनी चाहिए और ताप $30^{\circ}-35^{\circ}$ से अधिक नहीं रखना चाहिए, अन्यथा विस्फोटन का भय रहता है।



स्टार्च नाइट्रेट को ऐलकोहली क्षार द्वारा अभिकृत करने पर इसका जल-विश्लेषण हो जाता है और जो स्टार्च मुक्त होता है वह विलेय स्टार्च होता है —

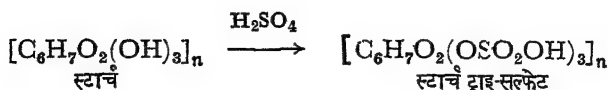


ऊपर के जल-विश्लेषण में विलेय स्टार्च के प्राप्त होने से यह स्पष्ट है कि नाइट्रोकरण की क्रिया में (nitration) स्टार्च अणु का थोड़ा विघटन होता है।

फास्फोरिक एस्टर (Phosphoric acid esters)—स्टार्च के फास्फोरिक एस्टर प्रकृति में पाये जाते हैं। आलू में स्टार्च फास्फोरिक एस्टर के रूप में रहता है। इस एस्टर में स्टार्च अणु की प्रत्येक ग्लूकोस इकाई के छठे कार्बन से फास्फोरिक अम्ल एस्टर के रूप में संयुक्त रहता है।

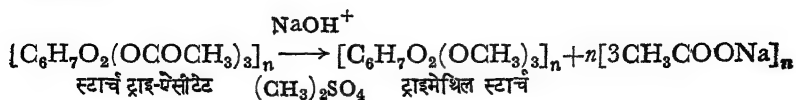
प्रयोगशाला में स्टार्च फास्फेट बनाने के लिए स्टार्च को क्लोरोफार्म में निलम्बित कर उसमें थोड़ा कैल्सियम कार्बोनेट डाला जाता है और फिर फास्फोरस आक्सीक्लोराइड द्वारा अभिकृत किया जाता है।

सल्फ्यूरिक एस्टर—स्टार्च को क्लोरोफार्म में निलम्बित कर क्लोरोसल्फोनिक अम्ल द्वारा अभिकृत करने पर स्टार्च सल्फेट बनता है। यदि क्लोरोसल्फोनिक अम्ल के स्थान में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग किया जाता है तो एस्टर बनने के साथ साथ स्टार्च अणु का थोड़ा विघटन भी होता है। पूर्ण एस्टरीकरण होने पर ट्राइसल्फेट बनता है —



स्टार्च जैथेट (Xanthates of starch)—स्टार्च जैथेट निम्न विधि से बनाया जाता है —

क्लोरोफार्म को अत मे आसवन द्वारा पृथक् करने पर ट्राइमेथिल स्टार्च प्राप्त हो जाता है।



ऊपर की विधियो द्वारा एथिल तथा अन्य ईथर भी बनाये जा सकते है।

मेथिल स्टार्च पानी मे विलेय है। एथिल स्टार्चो मे माँनोएथिल स्टार्च तो पानी मे विलेय है किन्तु डाइ- और ट्राइएथिल स्टार्च अविलेय है।

डेक्सट्रिन

डेक्सट्रिन (dextrin) को 'अग्रेजी गोद' भी कहते हैं। यह स्टार्च का ही एक अवक्रमण यौगिक (degradation product) है। इसका भी सामान्य सूत्र स्टार्च की ही भाँति $(C_6H_{10}O_5)_n$ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है, किन्तु अन्तर केवल इतना ही है कि स्टार्च में n एक बहुत बड़ी संख्या है (कम से कम ३००) और डेक्सट्रिन में n अपेक्षाकृत एक छोटी संख्या है (लगभग १६-१८)। दूसरे शब्दों में, स्टार्च में ३०० या इससे अधिक ग्लूकोस अणु परस्पर सघनित होकर एक बड़ा बहुलक दणु बनाते हैं, किन्तु डेक्सट्रिन केवल १६-१८ ग्लूकोस अणुओं के ही सघनित होने से बना अपेक्षाकृत एक सरल बहुलक है। दोनों में ही ग्लूकोस इकाइयों का अपना रासायनिक रूप तथा एक दूसरे से संयोजित होने के बन्ध एक समान हैं।

डेक्सट्रिन की खोज तथा इसे सर्वप्रथम बनाने का श्रेय करचौफ (Karchhoff) तथा बी० लैग्रैंग (B Lagrange) को है। करचौफ ने सन् १८११ में यह देखा कि जब स्टार्च को अम्ल की थोड़ी मात्रा की उपस्थिति में गरम किया जाता है तो इसके पूर्ण जल-विश्लेषित होने के पूर्व गोद की तरह का एक पदार्थ बनता है। इसी वर्ष थोड़े समय बाद लैग्रैंग जब स्टार्च को शुष्क अवस्था में गरम कर रहे थे तो यह देखा कि स्टार्च विच्छेदित होकर एक भूरे पदार्थ में परिणत हो गया। यह पदार्थ पानी में विलेय था और इसके जलीय विलयन में भी गोद की तरह के गुण थे। इन दोनों वैज्ञानिकों द्वारा प्राप्त पदार्थ समान प्रकार का था और बाद में इसे डेक्सट्रिन नाम दिया गया।

जब स्टार्च को लगभग १६०°-१९०° ताप पर गरम किया जाता है तो यह क्रम से पहले पीले रंग के पदार्थ में और फिर गहरे भूरे रंग के पदार्थ में बदल जाता है। इस भूरे पदार्थ को 'अग्रेजी गोद' (British gum) कहते हैं। अग्रेजी गोद की खोज एक दुर्घटना का परिणाम है। करचौफ की खोज के कई वर्ष पूर्व डबलिन में कपड़े के एक कारखाने में आग लगी। इस कारखाने में बहुत सा स्टार्च भंडार में रखा था। आग से यह स्टार्च एक भूरे रंग के चूर्ण में परिवर्तित हो गया। यह चूर्ण पानी में विलेय था और इसके विलयन में चिपचिपाहट का गुण था। इसके बाद ज्ञात हुआ कि यही

पदार्थ स्टार्च को अलग से गरम करने पर भी प्राप्त होता है। इसी पदार्थ को अग्रेजी गोद नाम दिया गया। अग्रेजी गोद में एक विशेष प्रकार की तेज गंध होती है। यह पानी में विलेय है और इसका विलयन गहरे रंग का होता है। यदि स्टार्च में थोड़ा नाइट्रिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर गरम किया जाता है तो अग्रेजी गोद 160° से काफी नीचे के ताप पर ही बन जाता है और इसका रंग भी कुछ हलका होता है तथा गंध भी कम होती है। अम्ल की उपस्थिति में स्टार्च क्रम से निम्न सरल यौगिकों में विच्छेदित होता है —

स्टार्च → विलेय स्टार्च → ऐमिलोडेक्सट्रिन (amylo-dextrin) → एरिथ्रो-डेक्सट्रिन (erythro-dextrin) → ऐक्रोडेक्सट्रिन (achrodextrin) → माल्टोस → ग्लूकोस।

इस विच्छेदन की क्रिया को नियंत्रित रूप से कराने पर इसे इच्छित सीमा पर रोका जा सकता है और उसी के अनुसार इच्छित पदार्थ प्राप्त किया जा सकता है। स्टार्च और विलेय स्टार्च आयोडीन विलयन के साथ नीला रंग देता है, ऐमिलोडेक्सट्रिन वैंगनी रंग, एरिथ्रोडेक्सट्रिन भूरा-लाल रंग तथा ऐक्रोडेक्सट्रिन हलका-पीला रंग (या कोई रंग नहीं) देता है। इन पदार्थों के साथ विभिन्न रंग देने वाले आयोडीन के गुण के द्वारा स्टार्च से इन पदार्थों के बनाने की क्रिया पर नियंत्रण सरलतापूर्वक रखा जा सकता है और जिस पदार्थ को बनाना होता है उसी सीमा तक स्टार्च का विच्छेदन नियंत्रित रूप से किया जाता है।

साधारण रीति से डेक्सट्रिन बनाने के लिए शुद्ध स्टार्च का ही उपयोग किया जाता है, किन्तु प्रायः सूखे आलू का महीन पिसा आटा भी उपयोग में आता है। आलू के आटे से डेक्सट्रिन बनाने में अधिक अम्ल लेना पड़ता है तथा विच्छेदन अधिक ऊँचे ताप पर कराना पड़ता है। डेक्सट्रिन के बन जाने के बाद अपद्रव्य पदार्थों को पृथक् करने के लिए इसे पानी में घोल कर छाना जाता है और फिर छने विलयन को वाष्पित कर ठोस रूप में डेक्सट्रिन प्राप्त कर लिया जाता है। स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाने में अपद्रव्यों को पृथक् करने की कोई कठिनाई नहीं रहती।

मकई, आलू और टैपियोका के स्टार्च से डेक्सट्रिन अच्छी जाति का तथा अधिक सरल रीति से प्राप्त होता है। अतः डेक्सट्रिन बनाने के लिए अधिकतर इन्हीं स्टार्चों का उपयोग किया जाता है। गेहूँ और चावल का स्टार्च इस काम के लिए बहुत कम उपयोग में आता है, क्योंकि इन स्टार्चों से डेक्सट्रिन बनाने में कुछ कठिनाई अधिक होती है और साथ ही डेक्सट्रिन भी विशेष अच्छा नहीं रहता। साधारण रीति से बहुत अच्छा

डेक्सट्रिन बनाने के लिए बहुत शुद्ध स्टार्च लेना पड़ता है। यदि स्टार्च शुद्ध नहीं होता तो डेक्सट्रिन भी बहुत अच्छा नहीं बनता। अतः इन सब बातों का ध्यान रख कर जिस प्रकार का डेक्सट्रिन बनाना होता है उसी के अनुसार स्टार्च लिया जाता है।

डेक्सट्रिन बनाने में उत्प्रेरक के रूप में हाइड्रोक्लोरिक तथा नाइट्रिक अम्लों का प्रयोग अधिक होता है, किन्तु सल्फ्यूरिक, नाइट्रो-हाइड्रोक्लोरिक, आक्सैलिक और फास्फोरिक अम्लों का उपयोग भी प्रायः किया जाता है। आजकल प्रायः अम्ल के साथ कोई धातु-क्लोराइड या नाइट्रेट भी मिला दिया जाता है। इन लवणों का प्रभाव यह होता है कि जब स्टार्च को डेक्सट्रिन बनाने के लिए गरम किया जाता है तो हाइड्रोक्लोरिक तथा नाइट्रिक अम्ल शीघ्र वाष्पित होकर उड़ने नहीं पाते। इससे सबसे बड़ा लाभ यह होता है कि अम्ल की अपेक्षाकृत कम मात्रा प्रयोग करनी पड़ती है और साथ ही जो डेक्सट्रिन बनता है वह भी सफेद रंग का होता है और शीघ्र बनता है। किन्तु इसमें एक मुख्य दोष यह है कि जो खनिज लवण आरम्भ में अम्ल के साथ मिश्रित किया जाता है वह डेक्सट्रिन में अपद्रव्य के रूप में रह जाता है। इस कारण यह डेक्सट्रिन भोजन पदार्थों के लिए उपयोगी होने के उपयुक्त नहीं होता। अकेले अम्ल के उपयोग से लाभ यह होता है कि जब स्टार्च गरम किया जाता है तो अम्ल वाष्पित होकर निकल जाता है और डेक्सट्रिन में इसका कोई अंश शेष नहीं रहता। अम्लों का उपयोग करते समय इस बात का भी विशेष ध्यान रखा जाता है कि अम्ल में कोई ऐसा अपद्रव्य न घुला हो जो अम्ल के उड़ जाने के बाद बचा रहे। अम्लों में भी हाइड्रोक्लोरिक और नाइट्रिक अधिक उपयुक्त हैं क्योंकि ये वाष्पशील होने के कारण शीघ्र वाष्पित हो जाते हैं और इनके वाष्प स्टार्च के अन्दर अच्छी प्रकार भिद जाते हैं। फलस्वरूप जो डेक्सट्रिन प्राप्त होता है वह समाग होता है। इन अम्लों की उपस्थिति में डेक्सट्रिन बनाने में ताप का नियंत्रण भी अधिक अच्छा रहता है क्योंकि ये निम्न ताप पर ही वाष्पित हो जाते हैं। सल्फ्यूरिक और फास्फोरिक अम्ल अवाष्पशील होते हैं। अतः इनका प्रयोग करने पर स्टार्च के विच्छेदन के लिए अपेक्षाकृत ऊँचे ताप की आवश्यकता होती है और ताप का नियंत्रण भी अच्छा नहीं हो पाता। इन अम्लों के उपयोग से जो डेक्सट्रिन बनता है वह भी समाग नहीं होता।

डेक्सट्रिन बनाने में ग्लूकोस भी सदा कुछ न कुछ मात्रा में बनता है। ग्लूकोस की मात्रा अम्ल के प्रकार, ताप तथा गरम करने की अवधि पर निर्भर करती है। इसकी उपस्थिति से डेक्सट्रिन आर्द्रताग्राही (hygroscopic) हो जाता है। अवाष्पशील अम्लों के प्रयोग से जो डेक्सट्रिन प्राप्त होता है उसमें ग्लूकोस की मात्रा अपेक्षाकृत कम रहती है।

बनाने की विधियाँ—डेक्सट्रिन बनाने की मुख्य दो विधियाँ हैं—सूखी विधि (Dry method or Torrefaction process), तथा गीली विधि (wet method)। सूखी विधि में स्टार्च को या तो अकेले या किसी उत्प्रेरक की उपस्थिति में शुष्क अवस्था में गरम किया जाता है। गीली विधि में स्टार्च को या तो पानी के साथ मिला कर तथा कोई उत्प्रेरक डाल कर गरम किया जाता है या पानी के साथ लेई बना कर लेई को एजाइमो द्वारा अभिकृत किया जाता है।

सूखी विधि (Dry Method)

सूखी विधि से स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाने में जितनी क्रियाएँ करनी पड़ती हैं उन्हें निम्न पदों में बाँटा जाता है—

- (१) स्टार्च में उत्प्रेरक का मिलाना,
- (२) स्टार्च का परिपाकीकरण (maturing of starch),
- (३) सुखाना,
- (४) भूनना (roasting or Torrefaction),
- (५) सिक्तीकरण (moistening),
- (६) पीसना तथा थैलो में भरना (grinding and packing)।

स्टार्च में उत्प्रेरक का मिलाना (Mixing of catalysts in starch)—जैसा पहले बतलाया जा चुका है, खनिज अम्ल स्टार्च को डेक्सट्रिन में विच्छेदित करने में उत्प्रेरक का काम करते हैं। अम्लों में हाइड्रोक्लोरिक तथा नाइट्रिक अम्ल अधिक प्रयुक्त होते हैं। अम्ल मिलाने के पूर्व स्टार्च को विभिन्न लवणों के विलयनों से भी अभिकृत किया जाता है। एक विधि में स्टार्च को कैल्सियम हाइपोक्लोराइट विलयन से धोया जाता है। हाइपोक्लोराइट स्टार्च में मौजूद रंग को तथा अन्य अपद्रव्यों को आक्सीकृत कर नष्ट कर देता है और इस प्रकार उपचारित किये गये स्टार्च से जो डेक्सट्रिन प्राप्त होता है वह लगभग रंगहीन होता है या बहुत हल्के रंग का होता है। हाइपोक्लोराइट से धोये गये स्टार्च में थोड़ा कैल्सियम क्लोराइड सदा हाइपोक्लोराइट के विच्छेदन के फलस्वरूप मौजूद रहता है। यह भी डेक्सट्रिन के बनने की क्रिया में उत्प्रेरक का काम करता है और अन्त में डेक्सट्रिन में भी बचा रहता है। डेक्सट्रिन से आसजक-विलयन बनाने में प्रायः थोड़ा कैल्सियम क्लोराइड डाला जाता है। अतः ऐसे आसजक तैयार करने के लिए यह डेक्सट्रिन बहुत उपयुक्त होता है, किन्तु भोजन की वस्तुओं के लिए इस डेक्सट्रिन का उपयोग करना ठीक नहीं होता।

जितना अम्ल मिलाना होता है उसे पहले थोड़े से स्टार्च में डाल कर मिश्रित क

लिया जाता है और फिर इस स्टार्च को शेष समस्त स्टार्च में डाल कर अच्छी तरह मिला दिया जाता है। अम्ल मिलाने की एक अधिक सन्तोषजनक विधि यह है कि अम्ल को बड़े दाब की हवा द्वारा फुहारे के रूप में स्टार्च पर छोड़ते हैं और इस बीच स्टार्च को बराबर विलोडक द्वारा चलाते रहते हैं। इस रीति से अम्ल मिलाने से स्टार्च के प्रत्येक कण से अम्ल मिल जाता है। साधारणतः अम्ल को स्टार्च में मिलाने के पूर्व इसमें लगभग चार-पाँच भाग पानी मिला कर तनु कर लिया जाता है। यदि किसी खनिज लवण को मिलाना होता है तो इसे भी अम्ल में ही पहले घोल लिया जाता है।

अम्ल की कितनी मात्रा स्टार्च में मिलायी जाय यह स्टार्च के प्रकार पर निर्भर करती है। साधारणतः आलू के स्टार्च के लिए अपेक्षाकृत कम अम्ल मिलाने की आवश्यकता होती है। मकई और टैपियोका के स्टार्चों के लिए अधिक अम्ल लेना पड़ता है। प्रत्येक १० किलोग्राम आलू के स्टार्च के लिए लगभग ८ घ० से० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (या नाइट्रिक अम्ल) तथा प्रत्येक १० किलोग्राम टैपियोका (या मकई) के स्टार्च के लिए लगभग २० घ० से० अम्ल का प्रयोग किया जाता है। अम्ल को चार गुने पानी में मिला कर तनु करने के बाद स्टार्च में डाला जाता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को गैस के रूप में परिणत कर स्टार्च में मिलाना अधिक अच्छा होता है। गैस स्टार्च में अधिक शीघ्र शोषित होकर सब जगह एक सी फैल जाती है। साधारणतः स्टार्च में आर्द्रता जितनी कम होती है उतने ही शीघ्र यह अम्ल को शोषित करता है।

स्टार्च का परिपाकीकरण (Maturing of starch)—अम्ल मिलाने के बाद स्टार्च को लकड़ी की नाँदों में भर कर कुछ समय तक (एक से पाँच दिनों तक) रखा रहने दिया जाता है। ऐसा करने से अम्ल को धीरे-धीरे स्टार्च के प्रत्येक कण के भीतर प्रवेश करने का अवसर मिलता है। स्टार्च-कणों के भीतर जब अम्ल अच्छी प्रकार विसरित (diffuse) हो जाता है तो स्टार्च विलेय स्टार्च में परिणत हो जाता है। ऐसे स्टार्च से डेक्सट्रिन अपेक्षाकृत निम्न ताप पर तथा अधिक शीघ्र बनता है और अधिक अच्छा होता है। परिपाकीकरण की क्रिया के बाद स्टार्च को नाँदों में से निकाल कर सूखने के लिए छिछले कड़ाहों में भर दिया जाता है और फिर भूना जाता है। जिन कारखानों में परिपाकीकरण की क्रिया नहीं की जाती वहाँ अम्ल मिलाने के बाद सीधे ही स्टार्च को सुखाने तथा भूनने के लिए भेज दिया जाता है।

भूनने के पूर्व स्टार्च को सुखाना (Drying before roasting)—परिपाकीकरण के बाद स्टार्च को भूनने के पूर्व सुखाना आवश्यक है। यदि स्टार्च सुखाया नहीं

जाता तो भूनने पर उसमे उपस्थित पानी की प्रतिशत मात्रा के अनुसार इसका जल-विश्लेषण शर्कराओ मे हो जाता है। साधारणतः सुखाने की क्रिया उसी बर्तन मे की जाती है जिसमे स्टार्च को भूना जाता है। भूनने के पहले स्टार्च को सँभाल कर हलकी आँच पर धीरे-धीरे गरम किया जाता है। जब स्टार्च सूख जाता है तब आँच तेज कर भूनने की क्रिया आरम्भ की जाती है। प्रायः निर्वात शोषको मे पृथक् रूप से भी स्टार्च को सुखा कर तब भूनने के बर्तन मे भेजते हैं। सुखाने की क्रिया मे यह ध्यान रखा जाता है कि ताप एक साथ ही बहुत ऊँचा न कर दिया जाय, अन्यथा स्टार्च के ढोके बन जाते हैं और ढोको की बाहरी सतह पर स्टार्च श्लिषीय रूप मे परिवर्तित हो कर एक पर्त के रूप मे जम जाता है, जिसके कारण अन्दर का पानी बाहर निकलने नहीं पाता और फलस्वरूप स्टार्च ठीक प्रकार से सूख नहीं पाता।

स्टार्च को भूनना (Roasting of starch)—आरम्भ मे स्टार्च को अम्ल के साथ आर्द्र करने और फिर परिपाकीकरण करने के बाद साँचो द्वारा छोटे-छोटे आयताकार टुकड़ो मे परिवर्तित कर लिया जाता था और फिर इन टुकड़ो को छिछली तस्तरियो मे रख कर एक कमरे मे भेजा जाता था, जहाँ इन्हे 95° - 105° से० ग्रे० ताप पर धीमी गति से गरम किया जाता था। किन्तु आजकल सुखाने की क्रिया उन्ही कड़ाहो मे की जाती है जिनमे स्टार्च को बाद मे भूना जाता है। इन कड़ाहो मे स्टार्च को भली भाँति चलाने तथा विलोडन का पूरा प्रबन्ध रहता है। सुखाने की क्रिया मे इस बात का ध्यान रखना होता है कि स्टार्च सब स्थान मे समान गति से गरम हो। ऐसा नहीं होने दिया जाता कि कड़ाह के किसी एक ओर का स्टार्च अधिक गरम हो गया है और किसी दूसरी ओर का कम। बहुत से कारखानो मे इसके लिए ऐसे कड़ाहो का प्रयोग किया जाता है जो दो दीवारो के बने होते हैं। इन दीवारो के बीच मे पानी की भाप भेजने का प्रबन्ध रहता है और इस प्रकार भाप द्वारा स्टार्च गरम किया जाता है। स्टार्च के सूखने के बाद अधिक दाब की भाप भेज कर इसे इतना गरम किया जाता है कि यह विच्छेदित हो कर डेक्सट्रिन मे परिणत हो जाय, किन्तु इस विधि से इतना ऊँचा ताप नहीं प्राप्त होता कि अग्रेजी गोद बन सके। साधारण डेक्सट्रिन बनाने के लिए 125° से 140° से० ग्रे० ताप पर्याप्त होता है, किन्तु अग्रेजी गोद बनाने के लिए 200° से० ग्रे० से ऊँचे ताप की आवश्यकता पडती है। विभिन्न स्टार्च विभिन्न ताप पर डेक्सट्रिन मे परिणत होते हैं। नीचे कुछ स्टार्चों के सम्बन्ध के ताप दिये गये हैं जिन पर ये डेक्सट्रिन मे परिणत होते हैं—

आलू का स्टार्च— 105° से 135° से० ग्रे०

टैपियोका स्टार्च— 140° से 175° से० ग्रे०

मकई का स्टार्च— 125° से 140° से० ग्रे०

डेक्सट्रिन बनाने के ताप का सम्बन्ध स्टार्च में डाले गये अम्ल की मात्रा से भी है। स्टार्च में अम्ल की मात्रा जितनी कम डाली जाती है उतने ही ऊँचे ताप की आवश्यकता इसे डेक्सट्रिन में परिणत करने के लिए होती है। अधिक अम्ल का उत्प्रेरक के रूप में उपयोग करने से यद्यपि डेक्सट्रिन अपेक्षाकृत निम्न ताप पर बन जाता है पर अम्ल की अधिकता से स्टार्च का शर्कराओं में जल-विश्लेषण भी अधिक होता है और फलस्वरूप इस डेक्सट्रिन में शर्कराओं की प्रतिशत मात्रा अधिक रहती है। शर्कराओं की मात्रा यदि दो प्रतिशत से अधिक रहती है तो डेक्सट्रिन आसजक के कार्य के लिए अच्छा नहीं होता।

दाब का भी प्रभाव डेक्सट्रिन बनने के ताप तथा उसकी जाति पर पड़ता है। अधिक दाब पर स्टार्च को भूनने पर डेक्सट्रिन अधिक शीघ्र तथा अपेक्षाकृत निम्न ताप पर बन जाता है, किन्तु इस प्रकार बने डेक्सट्रिन में शर्कराओं की मात्रा अधिक रहती है और इस कारण यह डेक्सट्रिन अच्छे आसजक बनाने के लिए उपयुक्त नहीं होता। वायुमंडल के साधारण दाब पर स्टार्च को भूनने पर यद्यपि डेक्सट्रिन कुछ ऊँचे ताप पर तथा धीमी गति से बनता है, पर इस डेक्सट्रिन में शर्कराओं की मात्रा बहुत कम रहती है और इस कारण यह आसजक के कार्य के लिए अधिक अच्छा होता है।

स्टार्च को भूनने के लिए विभिन्न प्रकार के यंत्रों का व्यवहार किया जाता है। एक यंत्र में स्टार्च गरम किये जाने वाले बर्तन के चारों ओर एक खोल होता है। इस खोल में तेल भरा रहता है और इसके द्वारा बर्तन गरम किया जाता है। कुछ यंत्रों में सीधे गैस द्वारा बर्तन को गरम करने का प्रबन्ध रहता है और कुछ में पानी की भाप द्वारा। भाप द्वारा गरम किये जाने वाले यंत्रों में कई सुविधाएँ रहती हैं। एक तो इनमें ताप का नियंत्रण अच्छी प्रकार रखा जा सकता है और दूसरे ऊष्मा सब ओर एक समान फैलती है।

ऐसे यंत्र भी बनाये गये हैं जिनमें बिजली द्वारा स्टार्च को भूनने का प्रबन्ध रहता है, किन्तु अभी ये बहुत सफल नहीं हुए हैं।

स्टार्च के भूनने की क्रिया में ताप धीमी गति से बढ़ाया जाता है। जैसे-जैसे ताप बढ़ता है स्टार्च का पानी धीरे-धीरे भाप के रूप में निकलता है और 100° - 105° ताप पहुँचने पर लगभग सब पानी निकल जाता है। जब ताप 110° - 115° के लगभग पहुँचता है तब एकाएक बहुत सा जल-वाष्प पुनः घने धुएँ के रूप में निकलता है और

ताप एक साथ लगभग 10° से 0 ग्रे 0 बढ़ जाता है। इस प्रेक्षण (observation) से ऐसा अनुमान किया जाता है कि इस ताप पर पदार्थ के अणु मे से पानी निकलता है और कोई अजल (anhydrous) पदार्थ बनता है। ऊँचे ताप पर गरम करते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि डेक्सट्रिन का रंग पीला या गहरा भरा न हो जाय। यह जानने के लिए कि स्टार्च पूर्ण रूप से डेक्सट्रिन में विच्छेदित हो गया है अथवा नहीं भूनते समय बीच-बीच में पदार्थ का परीक्षण किया जाता है। जब सब स्टार्च विच्छेदित होकर डेक्सट्रिन में परिणत हो चुकता है, तब डेक्सट्रिन को ठंडा करने के लिए दूसरे बर्तनो में डाल दिया जाता है।

अमेरिका में आजकल एक नयी विधि द्वारा स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाया जाता है। इस विधि में स्टार्च को बहुत ऊँचे ताप पर गरम करने की आवश्यकता नहीं होती। इस विधि में वह स्टार्च लिया जाता है जो हवा में साधारण रीति से सुखाया गया है, शोषको में नहीं, अतः स्टार्च में थोड़ा पानी बचा रहता है। इस स्टार्च को हाइड्रोजन क्लोराइड गैस के सम्पर्क में इतने समय तक रखा जाता है कि 0.5 प्रतिशत हाइड्रोजन क्लोराइड स्टार्च में शोषित अवस्था में हो जाय। इसे फिर लगभग 12 घंटे तक शान्त रखा रहने दिया जाता है जिससे हाइड्रोजन क्लोराइड स्टार्च के प्रत्येक कण के भीतर पहुँच जाय। अब इस स्टार्च को लगभग 60° से 0 ग्रे 0 पर गरम किया जाता है। कुछ घंटों के भीतर स्टार्च डेक्सट्रिन में परिणत हो जाता है।

साधारणतः प्रत्येक 100 टन स्टार्च से 40 टन डेक्सट्रिन प्राप्त होता है।

डेक्सट्रिन को ठंडा करना और पुनः आर्द्र करना—डेक्सट्रिन बन जाने के बाद भी यदि ताप ऊँचा ही रहने दिया जाता है तो डेक्सट्रिन के विच्छेदित होकर सरल पदार्थों में परिणत होने का भय रहता है। अतः डेक्सट्रिन के बन जाने के बाद तुरन्त इसे ठंडा करने की आवश्यकता होती है। डेक्सट्रिन को ठंडा करने के लिए विभिन्न प्रकार के यंत्र तथा विभिन्न विधियाँ प्रचलित हैं। ऊहलैंड का उपकरण (Uhland's apparatus) इस कार्य के लिए अच्छा समझा जाता है। इसमें छिछले लोहे के कई कड़ाह एक के ऊपर एक प्रबन्धित रहते हैं। सब कड़ाहों के बीच से ऊपर से नीचे तक एक धुरी रहती है जिससे विलोडक जुड़े रहते हैं। धुरी घूमती है और उसके साथ विलोडक गोलाई में घूमते हैं। प्रत्येक कड़ाह का डेक्सट्रिन विलोडक के घूमने से उसके द्वारा बटोरा जा कर क्रम से उसके नीचे के कड़ाह में गिरा दिया जाता है और जब एक कड़ाह से दूसरे कड़ाह में डेक्सट्रिन गिरता रहता है तो नीचे से ठंडी हवा की धारा ऊपर को प्रवाहित की जाती है। ऊपर से नीचे गिरता हुआ डेक्सट्रिन इस हवा के सम्पर्क में आता है और शीघ्र ठंडा हो जाता है।

एक अन्य उपकरण भी विभिन्न कारखानों में प्रयुक्त किया जाता है। यह एक लम्बा बेलनाकार खोखला बर्तन होता है जो थोड़ा सा एक ओर को झुका कर क्षैतिज (horizontal) दशा में रखा जाता है। बर्तन की पूरी लम्बाई में बीच में एक धुरे से सम्बन्धित चौड़े पतवार जैसे पख लगे रहते हैं जो विलोडक का काम करते हैं। इस बर्तन की दीवार दोहरी होती है और इन दो दीवारों के बीच में ठंडा पानी भ्रमण कराने का प्रबन्ध रहता है। गरम डेक्सट्रिन इस बर्तन में ऊँचे सिरे की ओर गिराया जाता है। यह डेक्सट्रिन बर्तन के विलोडक द्वारा धीरे-धीरे आगे सरकता जाता है और अन्त में निचले सिरे से बाहर निकलता है। इस बर्तन में से होकर जाते समय इसके बाहर की दोहरी दीवारों के बीच में भ्रमण करते हुए ठंडे पानी द्वारा डेक्सट्रिन ठंडा हो जाता है। जब तक डेक्सट्रिन नीचे के सिरे पर पहुँचता है तब तक यह बिल्कुल ठंडा हो चुका होता है।

कुछ कारखानों में डेक्सट्रिन को ठंडा करने के लिए एक ऊँची मीनार होती है। गरम डेक्सट्रिन इस मीनार में ऊपर से नीचे को गिराया जाता है और नीचे से ठंडी हवा की धारा ऊपर को प्रवाहित की जाती है। नीचे गिरते समय डेक्सट्रिन ऊपर को प्रवाहित होने वाली इस ठंडी वायु के सम्पर्क में आता है और ठंडा हो जाता है।

डेक्सट्रिन एक आर्द्रताग्राही (hygroscopic) पदार्थ है और अपने प्रकार के अनुसार ८ से १४ प्रतिशत तक पानी शोषित कर लेता है। जितना पानी इसमें शोषित हो सकता है उतना शोषित करा दिया जाता है और तब बाज़ार में बिकने के लिए भेजा जाता है। पानी शोषित कराने का मुख्य उद्देश्य इसके भार में वृद्धि करना है।

पानी शोषित कराने के लिए विभिन्न विधियाँ काम में लायी जाती हैं। साधारण प्रचलित विधि में डेक्सट्रिन चूर्ण को छिछली तश्तरियों में फैला कर आर्द्र वायु में खुला रख दिया जाता है। लगभग ६-७ दिनों में डेक्सट्रिन अपनी आर्द्रताग्राहिता के अनुसार पूरा जल शोषित कर लेता है। एक अन्य विधि में डेक्सट्रिन चूर्ण को एक मीनार में ऊपर से नीचे गिराते हैं और नीचे से ऊपर की ओर आर्द्र वायु प्रवाहित करते हैं। डेक्सट्रिन इस आर्द्र वायु के सम्पर्क में आता है और इसमें से जल शोषित कर लेता है। इस रीति से डेक्सट्रिन में एक-दो दिनों के भीतर ही जल की पूरी मात्रा शोषित हो जाती है।

गंध और रंग नष्ट करना—डेक्सट्रिन में प्रायः एक गन्ध होती है। मकई और आलू के डेक्सट्रिन में विशेष रूप से एक तीव्र गन्ध होती है। डेक्सट्रिन में पीले से गहरे भूरे तक विभिन्न रंग भी रहते हैं। इसकी गन्ध तथा रंग को निकालने या कम करने

के लिए ओजोन का उपयोग किया जाता है। डेक्सट्रिन जैसे ही स्टार्च के भूनने की क्रिया में तैयार होता है इसे ओजोन मिश्रित वायु द्वारा अभिकृत किया जाता है। ओजोन गन्ध तथा रंग को आक्सीकृत कर नष्ट कर देता है। इस क्रिया से गन्ध बहुत कम हो जाती है या बिल्कुल ही निकल जाती है। रंग भी बहुत हल्का हो जाता है। सोडियम सल्फाइड या बाइसल्फाइड के जलीय विलयन द्वारा डेक्सट्रिन को आर्द्र करने से भी डेक्सट्रिन की गन्ध तथा उसका रंग हल्का हो जाता है, किन्तु इसमें एक दोष यह है कि जब उपयोग करते समय डेक्सट्रिन में कोई क्षार डाला जाता है तो डेक्सट्रिन का रंग पुनः आ जाता है। ओजोन द्वारा रंगहीन और गन्धहीन किये गये डेक्सट्रिन में क्षार की उपस्थिति से पुनः रंग नहीं उत्पन्न होता।

पिसाई तथा थैलों में भरना—डेक्सट्रिन चूर्ण में पानी शोषित कराने पर इसके ढोके बन जाते हैं। इन ढोको को चक्की में महीन पीस कर चलनी द्वारा छान लिया जाता है। जो मोटा छानन बचता है उसे फिर चक्की में भेज दिया जाता है। छानने के लिए विभिन्न प्रकार की चलनियों का व्यवहार होता है।

छानने के बाद डेक्सट्रिन चूर्ण बड़े-बड़े कुशूलो (bins) में सगृहीत किया जाता है। इन कुशूलो से आवश्यकतानुसार निकाल कर थैलो में भर दिया जाता है और फिर थैलो की सिलाई कर गोदामों में भेज दिया जाता है जहाँ से बिकने के लिए ये थैले बाज़ार भेज दिये जाते हैं। कुशूलो से निकालने, थैलो में भरने, थैलो को सीने तथा सिले थैलो को गोदामों में पहुँचाने आदि की सब क्रियाएँ यन्त्रों द्वारा की जाती हैं जिससे सब काम बहुत शीघ्र होता है।

गीली विधि (Wet Method)

इस विधि में स्टार्च के जलीय निलम्बन में हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ्यूरिक अम्ल की उपयुक्त मात्रा मिलाकर गरम किया जाता है। जैसा पहले बतलाया जा चुका है, स्टार्च का अम्ल की उपस्थिति में पूर्ण जल-विश्लेषण होने पर केवल ग्लूकोस बनता है। अतः इस विधि में इस बात का ध्यान रखना बहुत आवश्यक है कि स्टार्च-निलम्बन को अम्ल के साथ इतना ही गरम किया जाय कि उसका जल-विश्लेषण डेक्सट्रिन तक हो और आगे ग्लूकोस में न होने पाये। यदि जल-विश्लेषण का नियन्त्रण ठीक नहीं होता तो ग्लूकोस की पर्याप्त मात्रा बन जाती है और यह डेक्सट्रिन बहुत अच्छा नहीं रहता। ग्लूकोस की अधिक मात्रा होने पर डेक्सट्रिन के आसजक में एक सब से बड़ा दोष यह होता है कि जब चिपकाने के लिए किसी चीज पर यह आसजक लगाया जाता है तो सूखने पर इसकी पर्त चटक जाती है और चिपका पदार्थ उखड़ कर छूटने लगता है। इस

प्रकार इस विधि में सबसे महत्त्व की बात जल-विश्लेषण पर नियन्त्रण रखना है। यह नियन्त्रण श्यानता (viscosity) के परिमाण तथा आयोडीन के परीक्षण द्वारा रखा जाता है। स्टार्च-निलम्बन को अम्ल की उपस्थिति में धीमी गति से उबाला जाता है। बीच-बीच में थोड़ा नमूना निकाल कर उसकी श्यानता का परिमाण किया जाता है और आयोडीन के तनु विलयन की एक बूंद द्वारा जो रंग उत्पन्न होता है उसे देखा जाता है। जब समस्त स्टार्च का जल-विश्लेषण हो जाता है तो आयोडीन का स्टार्च के साथ उत्पन्न होने वाला नीला रंग नहीं उत्पन्न होता। श्यानता के परिवर्तन से भी ज्ञात हो जाता है कि सब स्टार्च विच्छेदित हो गया है या अभी कुछ शेष रह गया है। जब इन परीक्षणों से यह ज्ञात हो जाता है कि जल-विश्लेषण उपयुक्त सीमा तक हो गया है तो उबालने की क्रिया रोक दी जाती है। अब द्रव को ठंडा कर क्षार द्वारा उसमें उपस्थित अम्ल को उदासीन (neutralize) किया जाता है। फिर छान कर विलयन को वाष्पित कर डेक्सट्रिन प्राप्त कर लिया जाता है।

कुछ कारखाने हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के स्थान में सल्फ्यूरिक या फास्फोरिक अम्ल का उपयोग जल-विश्लेषण के लिए करना अधिक सुविधाजनक समझते हैं, क्योंकि जल-विश्लेषण की क्रिया के अन्त में द्रव में बचे अम्ल को चूने के पानी अथवा बेराइट से उदासीन करने पर अम्ल का कैल्सियम या बेरियम लवण बनता है जो निलम्बित अवस्था में रहता है। इन लवणों की उपस्थिति के कारण डेक्सट्रिन एक सफेद लेई या गाढ़े अवलेह के रूप में प्राप्त होता है जो देखने में आकर्षक लगता है और बाजार में शीघ्र बिक जाता है।

शीली विधि से डेक्सट्रिन बनाने की क्रिया विभिन्न सान्द्रता पर करायी जा सकती है। यदि स्टार्च-निलम्बन की सान्द्रता अधिक रखी जाती है तो जो डेक्सट्रिन बनता है वह लेई के रूप में रहता है। इस लेई को उदासीनीकरण करने तथा छानने के बाद तुरन्त शीशियों या डब्बों में बन्द कर तथा लेबल लगाकर बिकने के लिए भेज दिया जाता है। यदि स्टार्च का बहुत तनु निलम्बन आरम्भ में रखा जाता है तो डेक्सट्रिन तनु विलयन के रूप में प्राप्त होता है। इस विलयन को उदासीन करने के बाद वाष्पित कर उपयुक्त सीमा तक गाढ़ा किया जाता है और फिर डब्बों या शीशियों में भरा जाता है। डेक्सट्रिन के तनु विलयन का उदासीनीकरण गाढ़ी लेई की अपेक्षा अधिक ठीक से और पूर्ण रूप से होता है। रगीन कागजों के उपयोग के लिए इस विधि से बनी डेक्सट्रिन की लेई ही अधिक उपयुक्त होती है, क्योंकि यह पूर्ण उदासीन होती है। अम्ल या क्षार का सूक्ष्म अंश भी यदि आसजस में मुक्त अवस्था में रहता है तो रगीन कागजों पर प्रयोग करने के लिए यह उपयुक्त नहीं होता। मुक्त अम्ल या क्षार से रंग पर प्रभाव पड़ता

है और उसमें अन्तर आ जाता है। पूर्ण रूप से उदासीन डेक्सट्रिन बनाने के लिए इस कारण स्टार्च का तनु निलम्बन ही आरम्भ में लिया जाता है जिससे डेक्सट्रिन का एक तनु विलयन प्राप्त होता है। इसे पूर्ण उदासीन कर फिर आवश्यक अंश तक गाढ़ा कर लिया जाता है।

गीली विधि के अन्तर्गत भी विभिन्न क्रियाएँ विभिन्न प्रकार से करायी जाती हैं। शूर्मन (A. Schumann) की विधि में स्टार्च-चूर्ण में पहले अम्ल का एक प्रतिशत विलयन मिला कर एक दिन तक अलग रख दिया जाता है। फिर स्टार्च को पानी से धो कर इसका समस्त अम्ल निकाल दिया जाता है। अब इस घुले स्टार्च को ऐसे पानी में, जिसमें थोड़ा सल्फर डाइ-आक्साइड घोला गया है, निलम्बित कर दिया जाता है। फिर इस निलम्बन को लगभग ५० पौण्ड दाब पर तब तक उबाला जाता है जब तक शर्करा नहीं उत्पन्न होती। जैसे ही परीक्षण द्वारा यह मालूम हो जाता है कि शर्कराओं का उत्पन्न होना आरम्भ हो गया है, दाब तुरन्त हटा दिया जाता है और द्रव को ठण्डा किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त डेक्सट्रिन के विलयन को जन्तु-कोयले के भीतर से छान कर रंगहीन और गन्धहीन किया जाता है और फिर वाष्पित कर ठोस रूप में प्राप्त किया जाता है। अन्त में चक्की में पीस कर चूर्ण रूप में कर लिया जाता है।

ऊपर की विधि से प्राप्त डेक्सट्रिन का कागज तथा दफ्ती के सन्दूक बनाने में तथा कागज के खिलौने तथा अन्य सामान बनाने में आसजक के रूप में बहुत उपयोग होता है। यह सन्दूको तथा थैलों के अन्दर कागज की पर्त चिपकाने के लिए भी उपयुक्त होता है।

एंजाइम द्वारा स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाना—जैसा हम पहले कह चुके हैं, डायस्टेस एंजाइम द्वारा स्टार्च पूर्ण रूप से जल-विश्लेषित होने पर माल्टोस शर्करा में परिणत हो जाता है। किन्तु डायस्टेस की क्रिया धीमी गति से होती है और स्टार्च-अणु इसी के अनुसार धीमी गति से क्रमानुसार सरल अणु में परिवर्तित होता जाता है। अतः यदि एंजाइम की क्रिया नियन्त्रित ढंग से करायी जाय तो स्टार्च का जल-विश्लेषण डेक्सट्रिन की सीमा पर रोका जा सकता है। आजकल डायस्टेस के नियन्त्रित जल-विश्लेषण द्वारा बड़ी मात्रा में स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाया जाता है। अधिकतर मर्क के स्टार्च का इस विधि द्वारा डेक्सट्रिन बनाने में उपयोग किया जाता है।

इस विधि में स्टार्च को पानी की उपयुक्त मात्रा के साथ गरम कर लेई के रूप में कर लिया जाता है और फिर इसमें माल्ट-निष्कर्ष मिलाया जाता है। माल्ट-निष्कर्ष में डायस्टेस एंजाइम रहता है। जिस बर्तन में डायस्टेस की क्रिया स्टार्च पर करायी जाती है उसमें ताँबे या पीतल का बना कोई भाग नहीं होना चाहिए, क्योंकि ताँबे की

सूक्ष्म मात्रा की उपस्थिति भी डायस्टेस को निष्क्रिय कर देती है और फलस्वरूप किण्वन की क्रिया रुक जाती है। लोहे की टकियों में किण्वन कराया जा सकता है। स्टार्च को टकियों में डालने के पहले टकियों को भली भाँति साफ कर लिया जाता है जिससे ताँबा या इसी प्रकार का कोई अन्य अपद्रव्य न रहने पाये। पूरी क्रिया की विधि निम्न है —

टकी को साफ करने के बाद उसमें पानी की आवश्यक मात्रा भर दी जाती है। पानी में थोड़ा सल्फ्यूरिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर pH ४.६ किया जाता है और फिर पानी की तोल के बराबर मर्कई का स्टार्च डाल कर खूब चलाया जाता है और साथ ही इसे गरम कर ताप 55° - 60° से० ग्रे० के आस-पास किया जाता है। यदि इस बीच pH कुछ घट जाता है तो ऐसीटिक अम्ल डाल कर इसे पुन ४.६ कर दिया जाता है। डायस्टेस की क्रिया pH ४.६ पर सबसे तीव्र गति से होती है। ताप का भी 60° से० ग्रे० के लगभग होना इसकी क्रिया की गति के लिए आवश्यक है।

इस बीच स्टार्च की कुल मात्रा के हिसाब से २ प्रतिशत माल्ट-निष्कर्ष लेकर ढाई गुने पानी में मिला कर रख लिया जाता है। इस विलयन का लगभग एक तिहाई भाग अब टकी में डाला जाता है और टकी के पदार्थ का ताप लगभग 60° से० ग्रे० रखा जाता है। १५ मिनट बाद शेष माल्ट-निष्कर्ष का एक चौथाई भाग टकी में डाल कर ताप को बढ़ा कर 68° - 69° से० ग्रे० किया जाता है। फिर १५ मिनट बाद माल्ट-निष्कर्ष का एक चौथाई भाग डाल कर ताप को बढ़ा कर 72° से० ग्रे० कर दिया जाता है। इस ताप पर स्टार्च-निलम्बन को दो घण्टे तक किण्वित होने दिया जाता है। इस बीच स्टार्च-निलम्बन को बराबर विलोडक द्वारा चलाते रहते हैं। दो घण्टे बाद ताप को थोड़ी देर के लिए बढ़ा कर 95° से० ग्रे० कर दिया जाता है जिससे डायस्टेस की क्रिया रुक जाय। इसे फिर ठण्डा कर ताप 72° से० ग्रे० कर दिया जाता है। अब टकी के विलयन की श्यानता का परिमाणन किया जाता है और यदि यह ज्ञात होता है कि श्यानता अभी निर्धारित सीमा तक नहीं हुई है तो बचे माल्ट-निष्कर्ष में से थोड़ा-सा भाग पुन. डालकर थोड़ी देर तक डायस्टेस की क्रिया और होने दी जाती है। जब किण्वित द्रव निर्धारित श्यानता का हो जाता है तो इसमें कास्टिक सोडा का तनु विलयन डालकर इसमें उपस्थित अम्ल को उदासीन कर दिया जाता है। इस विलयन को छान कर और वाष्पित कर सुखा लिया जाता है। इस प्रकार बने डेक्सट्रिन में शर्करा की मात्रा लगभग ७-८ प्रतिशत तक रहती है। यह डेक्सट्रिन फोटो तथा चित्रों को चिपकाने के लिए तथा अन्य साधारण कार्यों के लिए आसंजक के रूप में उपयोग होने के उपयुक्त है। ऐसे कामों के लिए जहाँ अधिक मजबूत आसंजक की आवश्यकता पड़ती है इसमें थोड़ा आलू का डेक्सट्रिन मिला लिया जाता है।

मणिभीय गोद—यह एक विशेष प्रकार से बनाया गया मणिभीय रूप का डेक्सट्रिन है जो प्राकृतिक गोद (gum arabic) से देखने में बहुत मिलता-जुलता है। इसको बनाने के लिए साधारण डेक्सट्रिन-चूर्ण को पानी में घुला कर विलयन को सक्रिय कोयले से उपचारित किया जाता है और फिर छान कर विलयन को वाष्पित कर डेक्सट्रिन मणिभ रूप में प्राप्त कर लिया जाता है।

गुण—शुद्ध डेक्सट्रिन एक सफेद आर्द्रताग्राही तथा गन्धरहित ठोस है जो पानी में विलेय तथा ऐलकोहल में अविलेय है। आयोडीन के साथ यह या तो कोई रंग नहीं देता या लाल अथवा बैंगनी रंग देता है। इसके जलीय विलयन में गोद की तरह चिपकने का गुण होता है, इस कारण इसका बड़ा उपयोग गोद के स्थान में आसजक (adhesive) के रूप में होता है। बाजारों में बिकने वाले डेक्सट्रिन साधारणतः हल्के पीले तथा गहरे भूरे आदि विभिन्न रंगों के चूर्ण के रूप में रहते हैं और इनमें विभिन्न प्रकार की हलकी गन्ध होती है। यह गोद की भाँति के छोटे-छोटे पारदर्शक ढोको के रूप में भी बनाया जाता है और इस रूप को मणिभीकृत गोद (crystallised gum) कहते हैं। प्रायः डेक्सट्रिन गाढ़ी लेई के रूप में भी बाजारों में बिकने के लिए भेजा जाता है।

डेक्सट्रिन विभिन्न प्रकार का होता है और प्रत्येक में विभिन्न गुण होते हैं। कुछ पानी में घुलने पर गाढ़ी लेई बनाते हैं तथा कुछ पतला विलयन बनाते हैं। कुछ हवा में शीघ्र सूख जाते हैं, किन्तु कुछ बहुत धीरे-धीरे सूखने हैं। इन विभिन्न प्रकार के गुणों के कारण किसी एक प्रकार के डेक्सट्रिन को प्रामाणिक मान कर अन्य का वर्गीकरण करना सम्भव नहीं है।

जो डेक्सट्रिन मर्कई के स्टार्च से बनाया जाता है उसमें एक विशेष प्रकार की गन्ध होती है। मर्कई का डेक्सट्रिन सस्ता होता है और इस कारण साधारण कामों के लिए इसका बहुत उपयोग होता है। आलू और टैपियोका के स्टार्चों से बने डेक्सट्रिन अधिक अच्छे होते हैं और इस कारण अच्छे तथा महीन कामों में इन्हीं डेक्सट्रिनो का उपयोग होता है। किन्तु आलू के डेक्सट्रिन में एक दोष यह है कि इसका स्वाद कड़वा होता है और इस कारण यह टिकटो तथा लिफाफों के उपयोग के लिए अनुपयुक्त है। टैपियोका स्टार्च से बने डेक्सट्रिन में इस प्रकार का कोई दोष नहीं होता। इसमें न तो कोई विशेष आपत्तिजनक स्वाद होता है और न कोई गन्ध। इसके विलयन की आसजक शक्ति भी बहुत अच्छी होती है। अतः इसका बड़ा उपयोग टिकटो, लिफाफों तथा लेबलों पर लगाने के लिए आसजक के रूप में होता है।

मर्कई के डेक्सट्रिन के दोषों को दूर करने के लिए तथा इसे विभिन्न कामों के उपयुक्त बनाने के लिए इसमें विभिन्न पदार्थ मिलाये जाते हैं। सूखी विधि से बनाये गये मर्कई के

डेक्सट्रिन में कुछ खनिज लवण मिलाने से यह आसजक के रूप में उपयोग किये जाने के उपयुक्त हो जाता है। गीली विधि से मर्कई से जो डेक्सट्रिन प्राप्त होता है उसमें थोड़ा-सा आलू का तथा टैपियोका का डेक्सट्रिन मिला देने से यह विभिन्न कामों में आस-जक के रूप में प्रयुक्त किये जाने के योग्य हो जाता है। इस मिश्रण की लेई फोटो चित्र-काने के लिए विशेष रूप से अच्छी होती है।

साधारण रीति से छोटे कणों के स्टार्च से बनाये गये डेक्सट्रिन में एक दोष यह होता है कि जब यह पानी में घोला जाता है तो आरम्भ में तो यह एक पारदर्शक विलयन देता है, किन्तु रखे रहने पर इस विलयन की श्यानता (viscosity) धीरे-धीरे बढ़ती जाती है और फलस्वरूप यह अपारदर्शक हो जाता है। बड़े कणों के स्टार्च से बनाये गये डेक्सट्रिन में यह दोष नहीं रहता। रखने पर जिन डेक्सट्रिनो के विलयनों में धुंधलापन आता है, वह सम्भवतः इनमें कुछ अपरिवर्तित स्टार्च के रहने के कारण होता है। डेक्सट्रिन बनाते समय कुछ स्टार्च का सम्भवतः पूर्ण रूप से डेक्सट्रिन में विच्छेदन नहीं हो पाता और यह केवल विलेय स्टार्च के रूप में परिवर्तित होकर डेक्सट्रिन में उपस्थित रहता है। जब डेक्सट्रिन पानी में घोला जाता है तो आरम्भ में यह विलेय स्टार्च भी डेक्सट्रिन के साथ पानी में घुल जाता है, किन्तु इस विलयन के कुछ समय तक रखा रहने पर इसमें उपस्थित विलेय स्टार्च अविलेय रूप में परिवर्तित होकर विलयन से पृथक् होने लगता है। इसी पृथक् हुए अविलेय स्टार्च के कारण विलयन में धुंधलापन आता है।

निर्देश

1 G S C. Kirchhoff, *Memoires Acad Imp Sci. Petersburg*, 1811, 4, 27

अध्याय ८

ग्लूकोस

सन् १८०३ मे प्राउस्ट (Proust) ने अगूर के रस से एक शर्करा प्राप्त की, जिसे द्राक्ष-शर्करा (या अगूर की शर्करा, grape sugar) नाम दिया गया। इसी को बाद मे “ग्लूकोस” भी कहने लगे। अगूर के रस से प्राप्त करने मे ग्लूकोस बहुत महँगा पड़ता था, अत आरम्भ मे इसका अधिक उत्पादन और प्रचार नहीं हो सका।

सन् १८११ मे फ्रान्स के रसायनज्ञ करचौफ (Kirchhoff) को अपने कार्य के लिए गोद की आवश्यकता थी। प्राकृतिक गोद (gum arabic) न मिल सकने के कारण उसने इसके स्थान मे अन्य आसजक पदार्थों के इस्तेमाल करने की ओर ध्यान दिया। इसके कुछ समय पूर्व यह ज्ञात हो चुका था कि स्टार्च को शुष्क अवस्था मे भूनने पर एक गोद की तरह का पदार्थ बनता है। करचौफ ने स्टार्च से गोद प्राप्त करने का विचार किया। इस उद्देश्य से कि एक स्वच्छ गोद का विलयन प्राप्त हो उसने स्टार्च-निलम्बन को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ उबाला। कुछ समय उबालने के बाद उसने देखा कि जो विलयन बचा उसमे गोद का गुण तो न था, किन्तु वह शर्करा के विलयन की तरह मीठा था। परीक्षण से ज्ञात हुआ कि सब स्टार्च शर्करा मे परिणत हो गया था। करचौफ ने इस शर्करा को इक्षु-शर्करा (cane sugar) समझा। कुछ वर्ष बाद यह सिद्ध हुआ कि इस प्रकार स्टार्च से प्राप्त शर्करा ग्लूकोस होती है, इक्षु-शर्करा नहीं। करचौफ की यह खोज उस समय फ्रान्स के लिए बड़े महत्त्व की सिद्ध हुई। उन दिनों फ्रान्स समुद्र की ओर अग्रजी नाविक सेना से घिरा हुआ था और वहाँ बाहर के देशों से ईख की शक्कर नहीं पहुँच पाती थी। करचौफ की खोज ने स्टार्च से शर्करा प्राप्त करने की एक नयी विधि बतलायी और तुरन्त शर्करा के अभाव की पूर्ति के लिए फ्रान्स मे करचौफ की विधि द्वारा स्टार्च से ग्लूकोस का बनाना आरम्भ हो गया। ग्लूकोस बनाने की करचौफ की विधि निम्न प्रकार है—

वस्तुएँ निम्न अनुपात मे ली जाती है—१०० भाग स्टार्च, १०० भाग पानी तथा १ भाग सल्फ्यूरिक अम्ल। अम्ल को आधे पानी मे मिला कर इसका तनु विलयन बना लिया जाता है। शेष आधे पानी मे समस्त स्टार्च को डाल कर खूब विलोडित किया

जाता है जिससे एक समाग जलीय निलम्बन बन जाय। अब अम्ल के विलयन को एक अलग बर्तन में गरम करते हैं और जब विलयन उबलने लगता है तो उसमें धीरे-धीरे स्टार्च-निलम्बन डालना आरम्भ करते हैं। इस प्रकार थोड़े समय में सब स्टार्च अम्ल में डाल दिया जाता है। अब इसे लगभग ३६ घण्टे तक उबलने दिया जाता है। बीच-बीच में पानी डालते रहते हैं जिससे वाष्पित होकर उड़ गये पानी की कमी पूरी होती रहे। परीक्षण द्वारा जब यह ज्ञात हो जाता है कि समस्त स्टार्च ग्लूकोस में परिवर्तित हो गया है तो उबालना बन्द कर विलयन को ठंडा करते हैं और इसमें उपस्थित अम्ल का उदासीनीकरण करने के लिए कैल्सियम कार्बोनेट डालते हैं। सल्फ्यूरिक अम्ल कैल्सियम कार्बोनेट द्वारा कैल्सियम सल्फेट में परिवर्तित हो जाता है। इसे फिर जन्तु-कोयले की पतों के ऊपर प्रवाहित करते हैं। ग्लूकोस का विलयन छन कर नीचे एकत्रित हो जाता है और कैल्सियम सल्फेट तथा शेष रह गया कैल्सियम कार्बोनेट कोयले के ऊपर पृथक् होकर बच रहता है। जन्तु-कोयले की पतों द्वारा छनने से ग्लूकोस का रंग भी निकल जाता है और एक स्वच्छ विलयन प्राप्त होता है। इस विलयन को निर्वात में वाष्पित कर एक गाढ़े रस के रूप में परिवर्तित किया जाता है और फिर शान्त रख दिया जाता है। दो-तीन दिनों में धीरे-धीरे ग्लूकोस के मणिभ पृथक् होने लगते हैं। जब पूर्ण रूप से मणिभ पृथक् हो जाते हैं तो इन्हें फिल्टर-प्रेस में छान कर मातृ-द्राव से अलग कर लिया जाता है। करचोफ की इस विधि से प्रत्येक १०० भाग स्टार्च से ९० भाग ग्लूकोस प्राप्त होता है।

जैसा पीछे लिखा जा चुका है, करचोफ ने आरम्भ में यह समझा था कि स्टार्च से प्राप्त होने वाली शर्करा इक्षु-शर्करा थी। किन्तु बाद में यह देखा गया कि यह इक्षु-शर्करा की अपेक्षा कम विलेय तथा कम मीठी थी और उससे भिन्न शर्करा थी। सन् १८१४ में डी-सासरे^१ (de saussure) ने यह सिद्ध किया कि स्टार्च से प्राप्त होने वाली शर्करा ग्लूकोस है और इक्षु-शर्करा से भिन्न है। उसने स्टार्च के जल-विश्लेषण की क्रिया पर भी प्रकाश डाला और उसकी व्याख्या की।

फ्रान्स का घेरा हटने के बाद जब बाहर के देशों से इक्षु-शर्करा का फ्रान्स में आना फिर होने लगा तब स्टार्च से ग्लूकोस का बनाना बन्द हो गया, क्योंकि इक्षु-शर्करा की तुलना में ग्लूकोस महंगा पड़ता था तथा साथ ही कम मीठा था। किन्तु कुछ ही वर्षों बाद जब रसायनज्ञों ने यह ज्ञात किया कि ग्लूकोस का किण्वन सीधे ऐलकोहल में हो जाता है और इक्षु-शर्करा की तरह विभिन्न पदों में नहीं होता तब ग्लूकोस का महत्त्व पुनः किण्वन-उद्योग में उपयोगी होने की दृष्टि से समझा जाने लगा। इसी मध्य यह भी ज्ञात हुआ कि हमारे शरीर में भोजन के रूप में ग्लूकोस का स्वीकरण इक्षु-शर्करा की

अपेक्षा अधिक शीघ्र होता है। ग्लूकोस के इन गुणों के कारण इसकी माँग फिर बढ़ने लगी और इसका व्यापारिक मात्रा में बनाया जाना पुन आरम्भ हुआ। आजकल स्टार्च ही ग्लूकोस का मुख्य स्रोत है।

ग्लूकोस निम्न तीन रूपों में बना कर बाजारों में बिकने के लिए रखा जाता है —

(१) गाढ़ी चाशनी के रूप में—यह हल्के पीले रंग की शहद की तरह चाशनी होती है। इसमें १२ से २० प्रतिशत तक पानी, कुछ डेक्सट्रिन तथा कुछ अन्य कलिल अपद्रव्य रहते हैं, जिनकी उपस्थिति के कारण इस चाशनी में से ग्लूकोस मणिभीकृत नहीं होता।

(२) ठोस ग्लूकोस चूर्ण—यह अमणिभीय हल्के पीले रंग का चूर्ण होता है। इसमें ७० से ८० प्रतिशत तक ग्लूकोस रहता है।

(३) व्यापारिक ग्लूकोस—यह सफेद मणिभीय चूर्ण होता है और इसमें ९० से ९९ प्रतिशत तक ग्लूकोस रहता है।

ग्लूकोस बनाने के लिए सभी प्रकार के स्टार्चों का उपयोग किया जाता है, किन्तु अधिकतर इस काम के लिए मर्क का स्टार्च सस्ता होने के कारण उपयोग में आता है। प्रायः स्टार्चयुक्त अनाज के दाने ही सीधे ग्लूकोस बनाने के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं, किन्तु इनसे ग्लूकोस बहुत शुद्ध नहीं प्राप्त होता। साधारणतः स्टार्च के कारखानों में जैसे ही स्टार्च बन कर तैयार होता है उसे बिना सुखाये गीली अवस्था में ही ग्लूकोस बनाने के कारखानों में भेज दिया जाता है। प्रायः ग्लूकोस के कारखानों से सम्बन्धित स्टार्च के कारखाने रहते हैं जिससे तैयार स्टार्च का तुरन्त ही ग्लूकोस बनाने के लिए उपयोग किया जा सके।

स्टार्च को जल-विश्लेषित करने के लिए सल्फ्यूरिक और हाइड्रोक्लोरिक अम्लों का ही प्रयोग मुख्य रूप से किया जाता है। अन्य अम्ल इस कार्य के लिए विशेष उपयुक्त नहीं हैं।

स्टार्च से ग्लूकोस बनाने की विधियाँ

स्टार्च से ग्लूकोस बनाने की इस समय दो मुख्य विधियाँ हैं—एक पुरानी विधि तथा दूसरी नवीन विधि। पुरानी विधि से भी अभी कुछ कारखानों में ग्लूकोस बनाया जाता है।

पुरानी विधि—इस विधि में स्टार्च को ग्लूकोस में जल-विश्लेषित करने के लिए सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग किया जाता है। समस्त क्रियाएँ निम्न पदों द्वारा पूरी करायी जाती हैं —

(१) शर्करीकरण—स्टार्च को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ दाब पर उबाल कर ग्लूकोस में परिणत करना ।

(२) अम्ल का उदासीनीकरण—शर्करीकरण के बाद विलयन में उपस्थित सल्फ्यूरिक अम्ल को चूने के दूध या कैल्सियम कार्बोनेट द्वारा उदासीन किया जाता है । उदासीनीकरण में सल्फ्यूरिक अम्ल कैल्सियम सल्फेट में परिवर्तित हो जाता है और छान कर निकाला जा सकता है ।

(३) ग्लूकोस का मणिभीकरण—कैल्सियम सल्फेट को छान कर पृथक् करने के बाद छने विलयन को जन्तु-कोयले द्वारा साफ और निर्वात में वाष्पित कर सान्द्र किया जाता है और फिर ग्लूकोस का मणिभीकरण किया जाता है ।

(४) मणिभो को पृथक् करना—मातृ-द्राव में से मणिभो को अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा पृथक् किया जाता है ।

अब हम प्रत्येक पद का ब्योरे से वर्णन करेंगे ।

(१) शर्करीकरण—इस विधि में शर्करीकरण की क्रिया लकड़ी की बनी बड़ी नाँदों में की जाती है । इन नाँदों में ताँबे के सर्पाकार नल लगे रहते हैं जिनमें भाप प्रवाहित करने का प्रबन्ध रहता है । स्टार्च की तोल के अनुपात से ०.५ से १.२५ प्रतिशत तक सल्फ्यूरिक अम्ल लिया जाता है । यदि ग्लूकोस को चाशनी के रूप में प्राप्त करना ध्येय होता है तो अम्ल की मात्रा अपेक्षाकृत कम ली जाती है, किन्तु यदि चूर्ण रूप में ग्लूकोस प्राप्त करना होता है तो अम्ल की मात्रा अधिक ली जाती है । जितना अम्ल लेना होता है उसके अनुपात से तीन गुना पानी नाँद में भर कर उसमें सब अम्ल मिला दिया जाता है । स्टार्च को पानी की उपयुक्त मात्रा के साथ एक दूसरे बर्तन में मिलाकर स्टार्च-दुग्ध बना लिया जाता है । इस बर्तन में विलोडक द्वारा स्टार्च-दुग्ध को बराबर चलाते रहने का प्रबन्ध रहता है, क्योंकि यदि स्टार्च-दुग्ध को बराबर चलाते न रखा जाय तो स्टार्च पृथक् होकर पेंदी में बैठ जाता है । अब नाँद के अम्ल के विलयन को उबाला जाता है । जब यह उबलने लगता है तो इसमें स्टार्च-दुग्ध को धीरे-धीरे इस गति से डाला जाता है कि विलयन का उबलना न रुके । सब स्टार्च-दुग्ध डाल चुकने के बाद भी उबालने की क्रिया उस समय तक जारी रखी जाती है जब तक समस्त स्टार्च का ग्लूकोस में जल-विश्लेषण सम्पूर्ण नहीं हो जाता । स्टार्च के पूर्ण जल-विश्लेषित होने की अवस्था आयोडीन के परीक्षण द्वारा ज्ञात हो जाती है । उबलते विलयन की थोड़ी-थोड़ी मात्रा बीच-बीच में निकाल कर और ठण्डा कर आयोडीन के विलयन की एक बूँद द्वारा परीक्षित की जाती है । स्टार्च की जब तक सूक्ष्म मात्रा भी शेष रहती है आयोडीन के साथ विलयन नीला रंग उत्पन्न करता है । जब आयोडीन के साथ कोई

नीला रंग नहीं उत्पन्न होता तो यह ज्ञात हो जाता है कि अब समस्त स्टार्च जल-विश्लेषित हो चुका है। स्टार्च के जल विश्लेषण के फलस्वरूप पहले डेक्सट्रिन बनता है और डेक्सट्रिन फिर ग्लूकोस में जल-विश्लेषित हो जाता है। अतः यह भी जानना आवश्यक होता है कि बीच में बना डेक्सट्रिन भी पूर्ण रूप से जल-विश्लेषित होकर ग्लूकोस में परिवर्तित हो गया है या डेक्सट्रिन की कुछ मात्रा अभी शेष रह गयी है। इसका परीक्षण करने के लिए स्टार्च के पूर्ण जल-विश्लेषण के बाद विलयन की थोड़ी मात्रा एक परखनली में निकाल कर और ठण्डा कर उसमें ऐलकोहल की दुगुनी मात्रा मिलायी जाती है। यदि विलयन में डेक्सट्रिन बचा रहता है तो यह एक अवक्षेप के रूप में पृथक् हो जाता है। जब इस परीक्षण में कोई अवक्षेप नहीं प्राप्त होता तो ज्ञात हो जाता है कि अब विलयन में कुछ भी डेक्सट्रिन नहीं बचा है और सब ग्लूकोस में जल-विश्लेषित हो चुका है। इस समय शर्करीकरण पूर्ण हो चुका होता है।

शर्करीकरण की क्रिया में विलयन के उबलते समय कुछ तीव्र गन्धयुक्त वाष्पशील पदार्थ भी उत्पन्न होते हैं। प्रायः शर्करीकरण की समाप्ति के बाद भी कुछ समय तक विलयन को उबलने दिया जाता है जिससे ये वाष्पशील अपद्रव्य पूर्ण रूप से वाष्पित होकर निकल जायें। इस बात का भी ध्यान रखा जाता है कि स्टार्च-दुग्ध को अम्ल के विलयन में डालते समय कोई लेई न बनने पाये। यदि ऐसा होता है तो पानी की मात्रा बढ़ा दी जाती है।

(२) उदासीनीकरण (Neutralization)—शर्करीकरण के बाद ग्लूकोस का जो विलयन प्राप्त होता है उसमें उपस्थित अम्ल को खडिया (chalk, कैल्सियम कार्बोनेट) द्वारा उदासीन किया जाता है। इस कार्य के लिए चूने के दूध का उपयोग नहीं किया जाता, क्योंकि ग्लूकोस कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया कर कैल्सियम ग्लूकोसेट यौगिक बनाता है। उदासीनीकरण एक बार में पूर्ण नहीं किया जाता। आरम्भ में विलयन की लगभग तीन-चौथाई अम्लीयता का उदासीनीकरण खडिया द्वारा किया जाता है और विलयन में थोड़ी अम्लीयता रहने दी जाती है। अब विलयन को पुनः एक बार उबाला जाता है और फिर शेष अम्लीयता का उदासीनीकरण कर शान्त रख दिया जाता है। इस रीति से उदासीनीकरण करने से अपद्रव्यों का तलछटीकरण अधिक अच्छा होता है। कुछ समय तक यो ही शान्त रखा रहने पर कैल्सियम सल्फेट अवक्षेप के रूप में नीचे बैठ जाता है। अब निथार कर ऊपर से स्वच्छ विलयन को दूसरे बर्तन में निकाल लिया जाता है। प्रायः फिल्टर प्रेस द्वारा दाब पर विलयन को छान कर कैल्सियम सल्फेट को पृथक् किया जाता है। ग्लूकोस का अब एक स्वच्छ विलयन प्राप्त होता है।

(३) मणिभीकरण—विलयन को निर्वात में वाष्पित कर सान्द्र किया जाता है। गाढ़ा होने पर कुछ कैल्सियम सल्फेट जो आरम्भ में अवक्षेपित नहीं हुआ था अवक्षेप के रूप में पृथक् हो जाता है। इस गाढ़े रस को फिल्टर प्रेस द्वारा छान कर इसमें उपस्थित अवक्षेप को निकालने के बाद छने रस को जन्तु-कोयले के भीतर से प्रवाहित किया जाता है जिससे इसका रंग तथा गन्ध कोयले द्वारा शोषित होकर निकल जायें। अब इस स्वच्छ रस को पुनः निर्वात कड़ाह (vacuum pans) में वाष्पित कर इतना सान्द्र किया जाता है कि ग्लूकोस मणिभीकृत होकर पृथक् होने लगे। इसे अब कुछ समय तक रखा रहने दिया जाता है। इस बीच धीमी गति से विलोडक द्वारा इसे बराबर चलाते रहते हैं। कुछ समय बाद ग्लूकोस का पूर्ण मणिभीकरण हो जाता है और राब प्राप्त होती है। ग्लूकोस के मणिभो को अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा या फिल्टर प्रेस द्वारा दाब में छान कर मातृ-द्राव में से पृथक् किया जाता है।

ऊपर की विधि में यदि सब क्रियाएँ उचित ढंग से की जाती हैं तो लगभग ९२ से ९८ प्रतिशत शुद्धता का ग्लूकोस प्राप्त होता है। प्रायः शर्करीकरण की क्रिया में स्टार्च-विलयन का जल-विश्लेषण ऊँचे दाब पर भी किया जाता है, किन्तु इसमें इस बात का ध्यान रखना आवश्यक है कि ताप 130° से अधिक न होने पाये और विलयन बहुत अधिक समय तक भी न उबलने दिया जाय, अन्यथा ग्लूकोस का विच्छेदन हो जाता है और इसकी मात्रा कम प्राप्त होती है। ऊँचे दाब पर अम्ल की उपस्थिति में उबालने से स्टार्च का ग्लूकोस में जल-विश्लेषण अधिक शीघ्र पूर्ण होता है और इस प्रकार समय की बचत होती है।

यदि ग्लूकोस को चाशनी के रूप में बाजार में बिकने के लिए भेजना होता है तो विलयन को लगभग 45° - 50° बोमे (Baume) विशिष्ट गुरुत्व तक ही गाढ़ा कर रख दिया जाता है। इससे अधिक गाढ़ा करने पर मणिभीकरण होना आरम्भ हो जाता है।

वर्तमान विधि—आजकल ग्लूकोस की माँग बहुत बढ़ गयी है और इसके बनाने की विधि में नवीन खोजों के आधार पर विभिन्न सुधार किये गये हैं। इस समय सबसे अधिक ग्लूकोस अमेरिका में मकई के स्टार्च से बनाया जाता है। यहाँ प्रत्येक ग्लूकोस के कारखाने से सम्बद्ध अन्वेषणशालाएँ हैं जहाँ ग्लूकोस बनाने से सम्बन्धित समस्याओं पर निरन्तर खोज होती रहती है। आजकल जो विधि अमेरिका में व्यापारिक मात्रा में ग्लूकोस बनाने के लिए प्रचलित है उसमें सल्फ्यूरिक अम्ल के स्थान में जल-विश्लेषण के लिए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग किया जाता है। पूरी विधि निम्न भाँति है—

स्टार्च की तोल के हिसाब से ०.१२ प्रतिशत मात्रा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की ली

जानी है। इसे पानी की उपयुक्त मात्रा में एक बड़े ताँबे के बेलनाकार बर्तन में मिलाया जाता है। बर्तन लगभग १६ से २० फुट तक ऊँचा तथा ५-६ फुट व्यास का होता है। इस बर्तन में कुण्डलाकार भाप के नल लगे रहते हैं जिनमें ऊँचे दाब की भाप प्रवाहित की जाती है। बर्तन में भरे अम्ल के विलयन को १३२° से ० ग्रे० तक गरम किया जाता है। एक अन्य बर्तन में स्टार्च को ठंडे पानी की उपयुक्त मात्रा के साथ मिला कर इसका एक पतला जलीय निलम्बन बना लिया जाता है। इस निलम्बन को पम्प द्वारा धीरे-धीरे १३२° से ० ग्रे० तक गरम किये गये अम्ल के विलयन में डाला जाता है। स्टार्च-निलम्बन के अम्ल में डालने की गति इतनी रखी जाती है कि पूरा स्टार्च डालने में लगभग २०-२५ मिनट लगे। जैसे ही स्टार्च अम्ल के विलयन में इस ऊँचे ताप पर मिलता है, इसका जल-विश्लेषण हो जाता है और इस कारण न तो स्टार्च की कोई लेई बनने पाती है और न कोई थक्का ही। सब स्टार्च डाल चुकने के बाद उबलते विलयन की थोड़ी मात्रा एक परखनली में निकाल कर इसका परीक्षण आयोडीन तथा ऐलकोहल परीक्षणों द्वारा कर यह ज्ञात किया जाता है कि जल-विश्लेषण किस अवस्था में है। उसी के अनुसार थोड़े समय तक विलयन को और उबालते हैं और बीच-बीच में आयोडीन तथा ऐलकोहल परीक्षणों द्वारा परीक्षा करते जाते हैं। ग्लूकोस को जिस अवस्था में (ठोस या चाशनी) प्राप्त करना होता है उसी के अनुसार स्टार्च के जल-विश्लेषण की क्रिया पर नियन्त्रण रखा जाता है। यदि ग्लूकोस को चाशनी के रूप में रखना है तो उस समय जब सब स्टार्च तो जल-विश्लेषित हो चुका है किन्तु थोड़ा डेक्सट्रिन शेष है, ऊँचे दाब को हटा दिया जाता है जिससे ताप एकदम बहुत नीचे गिर जाता है और फलस्वरूप जल-विश्लेषण की क्रिया रुक जाती है। यह अवस्था समस्त स्टार्च को अम्ल में डाल चुकने के लगभग ५-६ मिनट के बाद ही आ जाती है। अतः इस अवस्था पर ठीक नियन्त्रण रखने के लिए बहुत सतर्क रहने की आवश्यकता पड़ती है। ग्लूकोस को चाशनी के रूप में स्थायी रखने के लिए इसमें थोड़ा डेक्सट्रिन का रहना आवश्यक है। डेक्सट्रिन की उपस्थिति से ग्लूकोस का मणिभीकरण नहीं होने पाता।

यदि ग्लूकोस को ठोस रूप में प्राप्त करना होता है तो स्टार्च का जल-विश्लेषण कराने के लिए अम्ल की मात्रा ०.१२ प्रतिशत से बढ़ा कर २.० प्रतिशत कर दी जाती है और उबालने की क्रिया उस समय रोक दी जाती है जब स्टार्च का पूर्ण रूप से जल-विश्लेषण ग्लूकोस में हो चुकता है, अर्थात् उस समय जब विलयन में न तो स्टार्च शेष रहता है और न कोई डेक्सट्रिन। बीच-बीच में आयोडीन और ऐलकोहल परीक्षण करते रहते हैं। जब वह अवस्था आती है जिसमें विलयन ऐलकोहल परीक्षण में कोई अवक्षेप नहीं देता तो इसके बाद १० मिनट तक विलयन को और उबलने दिया जाता है जिससे शर्करा

के अतिरिक्त ऐसे सब अपद्रव्य ज। ऐलकोहल से अवक्षेपित नहीं होते जल-विश्लेषित हो जायँ। इसके बाद दाब हटा कर ताप नीचे गिरा दिया जाता है जिससे जल-विश्लेषण की क्रिया रुक जाती है।

जल-विश्लेषण की क्रिया जब पूर्ण हो जाती है तो जो विलयन प्राप्त होता है उसे एक बड़ी नाँद में पहुँचाया जाता है और उसमें उपस्थित अम्ल को सोडा भस्म (soda ash) द्वारा उदासीन किया जाता है। इसके बाद विलयन को दाब पर फिल्टर प्रेस द्वारा छाना जाता है जिससे उसमें निलम्बित अविलेय पदार्थ निकल जायँ। फिर उसे वाष्पको (evaporatores) में वाष्पित कर 30° बोमे घनत्व तक सान्द्र किया जाता है। इस सान्द्र रस को अब क्रम से प्रबन्धित तीन छन्ने तालाबों में भेजा जाता है जिनमें जन्तु-कोयला भरा रहता है। जन्तु-कोयला रस के रंग को पर्याप्त अश तक अधिशोषित कर लेता है और कोयले के इन छन्नों से छनने के बाद रस बहुत स्वच्छ और हलके रंग का होता है। इसे निर्वात कड़ाहों (vacuum pans) में 42° - 45° बोमे घनत्व तक सान्द्र किया जाता है। यदि स्टार्च का जल-विश्लेषण ऐसी अवस्था तक किया गया है कि उसमें थोड़ा डेक्सट्रिन मौजूद है तो इतना गाढ़ा करने के बाद जो रस प्राप्त होता है वह ठंडा किये जाने पर चाशनी (syrup) के रूप में ही रहता है और इसमें से ग्लूकोस मणिभीकृत नहीं होता। इसी रूप में इसे बाजारों में ग्लूकोस चाशनी (glucose syrup) के नाम से बिकने के लिए भेज दिया जाता है। किन्तु यदि स्टार्च का पूर्ण जल-विश्लेषण ग्लूकोस अवस्था तक किया गया है और इसमें डेक्सट्रिन की मात्रा बिल्कुल नहीं रहने दी गयी है तो 42° - 45° बोमे घनत्व तक गाढ़ा करने के बाद जब रस को ठंडा किया जाता है तो ग्लूकोस सफेद या हलके भूरे रंग के मणिभों के रूप में पृथक् हो जाता है। इस प्रकार प्राप्त ग्लूकोस जलयोजित (hydrated) रहता है। यदि अजल (anhydrous) ग्लूकोस बनाना होता है तो गरम चाशनी में ही थोड़े-से अजल ग्लूकोस के मणिभ डाल दिये जाते हैं और इसे शान्त रख दिया जाता है। चाशनी में से धीरे-धीरे ग्लूकोस अजल रूप में मणिभीकृत होकर पृथक् होने लगता है और थोड़े समय बाद सब ग्लूकोस मणिभों के रूप में पृथक् हो जाता है। मणिभों को मातृ-द्राव में से अपकेन्द्रीय यन्त्र द्वारा पृथक् किया जाता है और फिर शोषकों में सुखा कर डब्बों या शीशियों में भर कर रख लिया जाता है।

छन्ना-तालाबों में भरे जन्तु-कोयले की सक्रियता (activity) कुछ समय के उपयोग के बाद नष्ट हो जाती है। पुन सक्रिय करने के लिए इसे भट्टी में गरम किया जाता है।

विभिन्न कारखानों में ऊपर की विधि में थोड़ा परिवर्तन अपनी आवश्यकतानुसार

प्रायः कर लिया जाता है। जल-विश्लेषण के बाद प्राप्त ग्लूकोस विलयन में उपस्थित अम्ल को उदासीन करने के लिए भी विभिन्न कारखानों में विभिन्न अभिकर्मकों का उपयोग किया जाता है। सोडियम कार्बोनेट द्वारा उदासीन करने पर यद्यपि अधिकांश कलिल पदार्थ भी पृथक् हो जाते हैं, फिर भी कुछ कलिल पदार्थ आकीर्ण अवस्था (dispersed condition) में बिना अवक्षेपित हुए बच रहते हैं। सोडियम कार्बोनेट के स्थान में यदि बेटोनाइट (Bentonite), ऐल्यूमिनियम सिलिकेट अथवा किसी अन्य कलिलीय मृत्तिका पदार्थ (colloidal clay) का उपयोग किया जाता है तो जल-विश्लेषित विलयन में मौजूद समस्त कलिल अपद्रव्य पूर्ण रूप से अवक्षेपित हो जाते हैं। इस प्रकार अभिकृत विलयन अधिक शीघ्रता से जन्तु-कोयले के भीतर से छनता भी है और साथ ही जन्तु-कोयले की सक्रियता भी अधिक दिनों तक बनी रहती है।

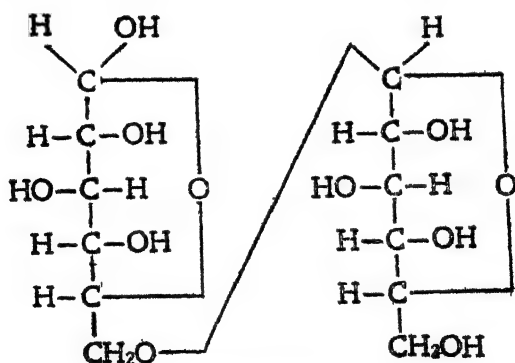
अनाज से सीधे ग्लूकोस बनाना—स्टार्च के स्थान में यदि अनाज से सीधे ग्लूकोस बनाना होता है तो ऊपर की विधि में अन्तर करना पड़ता है। अनाज से ग्लूकोस बनाने की सबसे अच्छी विधि एस० एच० जानसन (S. H. Johnson) की है। इस विधि में अनाज के दानों को पहले दो प्रतिशत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन में भिगो दिया जाता है। अम्ल दानों के प्रोटीन तथा तैल पदार्थों को अपने में घुला लेता है। निर्धारित काल तक भिगोने के बाद अम्ल को निधार कर अलग निकाल दिया जाता है और अनाज को तब तक धोया जाता है जब तक वह लिटमस के प्रति पूर्ण उदासीन नहीं हो जाता। अब इस अनाज को पुनः एक प्रतिशत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन में कुछ समय तक भिगोया जाता है। जब अनाज के दाने जितना अम्ल अपने भीतर शोषित कर सकते हैं शोषित कर लेते हैं तब इन्हें अम्ल में से निकाल कर एक दूसरे बर्तन में पहुँचाया जाता है जहाँ इनके स्टार्च को ग्लूकोस में परिणत करना होता है। यह बर्तन पिटवाँ लोहे का बना होता है और इसके अन्दर की दीवार सीसा (lead) धातु की चढ़र से मढ़ी रहती है। सीसे पर अम्ल का विशेष प्रभाव नहीं पड़ता, इसी कारण बर्तन के अन्दर की दीवार सीसे की चढ़र से मढ़ी जाती है। इस बर्तन में इस प्रकार का प्रबन्ध रहता है कि इसमें नीचे से भाप पहुँचायी जा सकती है। अनाज भर चुकने के बाद बर्तन में नीचे से ऊँचे दाब की गरम भाप पहुँचायी जाती है और ताप लगभग १३२° रखा जाता है। इस ताप पर अनाज में उपस्थित अम्ल द्वारा अनाज के स्टार्च का जल-विश्लेषण होता है और थोड़े समय में बर्तन में ग्लूकोस का विलयन बन जाता है। आयोडीन और ऐलकोहल परीक्षणों द्वारा जब यह ज्ञात हो जाता है कि अनाज के स्टार्च का जल-विश्लेषण ग्लूकोस में निर्धारित सीमा तक हो गया है तो भाप प्रवाहित करना बंद कर इसे और गरम करना रोक दिया

जाता है। विभिन्न अनाजों के साथ जल-विश्लेषण की क्रिया के पूर्ण होने में विभिन्न समय लगता है। चावल के साथ जल-विश्लेषण १०-१५ मिनट के भीतर हो जाता है, गेहूँ के साथ जल-विश्लेषण के पूरा होने में २५-३० मिनट लगते हैं।

जल-विश्लेषण की समाप्ति के बाद प्राप्त द्रव को छान कर एक अन्य बर्तन में भरा जाता है और इसके अम्ल को सोडियम कार्बोनेट (या बेटोनाइट) द्वारा उदासीन किया जाता है। यदि आरम्भ में भाप के रूप में बहुत अधिक पानी नहीं मिलाया गया है तो ठंडा होने पर पूरा विलयन ठोस रूप में जम जाता है। इस प्रकार बना ग्लूकोस लगभग ९०-९५ प्रतिशत शुद्ध होता है और इसमें कोई दुर्गन्ध या खराब स्वाद नहीं होता। इसे सीधे शराब बनाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है और इसी उद्यम में इस विधि से बनाये गये ग्लूकोस की लगभग सम्पूर्ण मात्रा उपयोग में आ जाती है।

स्टार्च से ग्लूकोस बनने में रासायनिक अभिक्रियाएँ

जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं, स्टार्च में दो रासायनिक यौगिक रहते हैं—
 ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन। इन दोनों का जल-विश्लेषण किन बीच की अवस्थाओं से होता हुआ अन्त में ग्लूकोस तक होता है इस सम्बन्ध में रसायनज्ञों ने अनेकों प्रयोग किये हैं किन्तु अभी तक इसका पूरा ज्ञान नहीं हो सका है। जल-विश्लेषण में



जेंटियोबायोस

ग्लूकोस के अतिरिक्त सूक्ष्म मात्राओं में जेंटियोबायोस शर्करा (gentiobiose), लेव्यूलिनिक अम्ल (levulinic acid) तथा फर्फ्यूराल यौगिक (furfural derivatives) भी बनते हैं। जेंटियोबायोस का अणुसूत्र $C_{12}H_{22}O_{11}$ है और यह

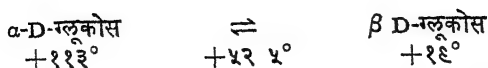
इक्षु-शर्करा का एक समावयवी है। इसमें दो ग्लूकोस इकाइयाँ C_1-C_6 β -ग्लूकोसाइड-बन्ध द्वारा संयोजित रहती हैं।

कुछ रसायनज्ञों का यह मत है कि स्टार्च पहले पूर्ण जल-विश्लेषित होकर ग्लूकोस उत्पन्न करता है और फिर ग्लूकोस अणुओं से ही अन्य उपजात अप्रधान अभिक्रियाओं (side reactions) के फलस्वरूप बनते हैं। जेटियोबायोस के बनने में दो ग्लूकोस अणुओं का परस्पर संघनन C_1-C_6 β -ग्लूकोसाइड-बन्ध द्वारा होता है।

ग्लूकोस के गुणधर्म : भौतिक—ग्लूकोस जलीय विलयन से पानी के एक अणु के साथ संघट्ट ठोस के रूप में मणिभीकृत होता है। इस जलयोजित ग्लूकोस का गलनांक 180° से 185° है। ऐलकोहली विलयन से यह अजल अवस्था में मणिभीकृत होता है और इस अजल ग्लूकोस का गलनांक 146° है। ग्लूकोस पानी में शीघ्र विलेय है, किन्तु ऐलकोहल में बहुत थोड़ा विलेय है। यह स्वाद में मीठा होता है, किन्तु इक्षु-शर्करा से कम मीठा होता है।

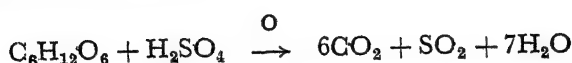
ग्लूकोस दक्षिणावर्ती (dextro-rotatory) है और प्रकाश के ध्रुवन-तल को दाहिनी ओर घुमाता है। इसी कारण इसे डेक्सट्रोस भी कहते हैं।

ग्लूकोस के तुरन्त के बने जलीय विलयन का विशिष्ट घूर्णन (specific rotation) $+112^\circ$ है, किन्तु घूर्णन की मात्रा विलयन को रखने पर धीरे-धीरे घटने लगती है और फिर $+52.5^\circ$ पर आकर स्थिर होती है। विलयन को रखने पर इस प्रकार घूर्णन में परिवर्तन होने की क्रिया को परवर्ती घूर्णन या म्यूटारोटेशन (mutarotation) कहते हैं। इस क्रिया का कारण यह है कि ग्लूकोस दो विन्यास-समावयवी रूपों में ज्ञात है और विलयन में ये दोनों समावयवी संतुलित मिश्रण (equilibrium mixture) के रूप में रहते हैं। सर्वप्रथम टैनरेट (Tanret) ने सन् १८८५ में ग्लूकोस के दोनों समावयवियों को पृथक् रूप में प्राप्त किया था। ग्लूकोस का सामान्य समावयवी जो पानी से मणिभीकरण द्वारा प्राप्त होता है α -D-ग्लूकोस कहलाता है और दूसरा समावयवी जो ग्लूकोस के गरम विलयन में से ऐसीटिक अम्ल द्वारा अवक्षेपित होता है β -D-ग्लूकोस कहलाता है। α -D-ग्लूकोस के जलीय विलयन का विशिष्ट घूर्णन आरम्भ में $+112^\circ$ होता है और यह धीरे-धीरे घटकर $+52.5^\circ$ पर आकर स्थिर हो जाता है। β -D-ग्लूकोस के विलयन का आरम्भिक विशिष्ट घूर्णन $+19^\circ$ होता है और रखने पर यह धीरे-धीरे वृद्धि करता है और 52.5° पर पहुँचकर स्थिर हो जाता है। अतः दोनों समावयवी एक दूसरे में परिवर्तनशील (interconvertible) हैं और घूर्णन का स्थिरांक तब पहुँचता है जब दोनों साम्यावस्था में मिश्रण के रूप में रहते हैं। इस साम्यावस्था को समीकरण द्वारा निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है —



रासायनिक—(१) गरम किये जाने पर यह पहले पिघलता है और फिर बिच्छे-दित होने के कारण काला पड़ जाता है, साथ ही जली शक्कर की सी गंध निकलती है।

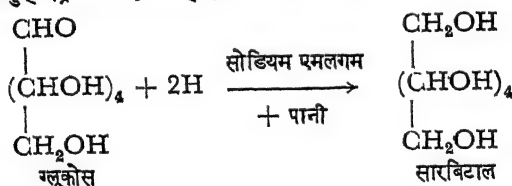
(२) सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल इसे ठडी अवस्था में नहीं झुलसाता परन्तु गरम किये जाने पर झुलसा कर काला कर देता है और कार्बन डाइ-आक्साइड, सल्फर डाइ-आक्साइड आदि गैसें निकलती है —



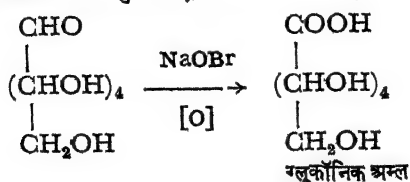
(३) जब ग्लूकोस का विलयन सान्द्र कास्टिक सोडा के साथ गरम किया जाता है तो यह रेजिन बनने के कारण पीला हो जाता है। जो क्रिया होती है वह बहुत ही जटिल है।

(४) ऐल्डीहाइड गुण—ग्लूकोस कई गुणों में ऐल्डीहाइड के समान है। ये गुण निम्न हैं —

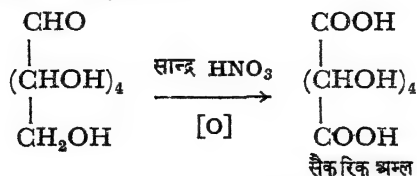
(क) अवकरण (Reduction)—ग्लूकोस को क्षारीय अवकारक से अभिकृत करने पर एक बहुहाइड्राक्सी ऐल्कोहल, सारबिटोल (sorbitol) बनता है —



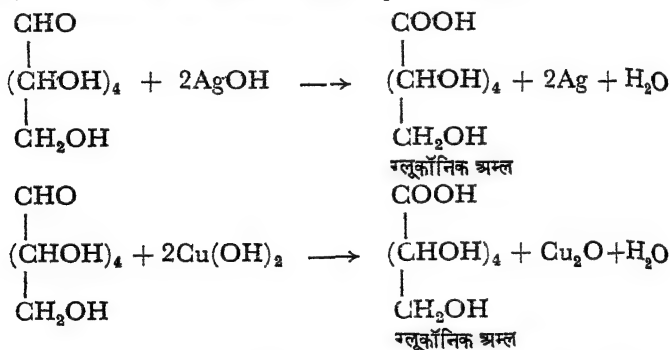
(ख) आक्सीकरण (Oxidation)—ग्लूकोस जब मृदु आक्सीकारको (mild oxidising agents) द्वारा अभिकृत किया जाता है तो यह ग्लूकॉनिक अम्ल बनाता है। यह एक भास्मिक अम्ल है और इसमें कार्बन की संख्या वही रहती है जो ग्लूकोस में है। मृदु आक्सीकारको में हाइपोब्रोमाइट विलयन, सिल्वर आक्साइड, क्षारीय कापर सल्फेट तथा तनु नाइट्रिक अम्ल आदि हैं।



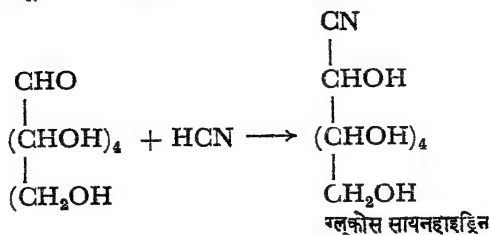
तीक्ष्ण आक्सीकारको द्वारा (जैसे सान्द्र नाइट्रिक अम्ल) ग्लूकोस सैकरिक अम्ल में आक्सीकृत हो जाता है जो एक द्वि-भास्मिक अम्ल है। सैकरिक अम्ल में भी कार्बन की संख्या वही रहती है जो ग्लूकोस में है —



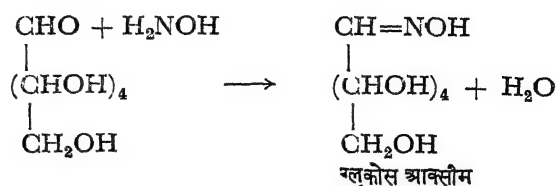
ऊपर के आक्सीकृत यौगिक ग्लूकोस के ऐल्डीहाइड गुण के द्योतक है। सरलता से आक्सीकृत हो जाने के अपने गुण के कारण ग्लूकोस ऐल्डीहाइड की भाँति एक तीव्र अवकारक है और ऐमोनीय सिल्वर नाइट्रेट विलयन तथा फेह्लिंग के विलयन को शीघ्र अवकृत कर देता है। फलस्वरूप यह ऐमोनीय सिल्वर नाइट्रेट विलयन में से चाँदी को तथा फेह्लिंग के विलयन में से लाल क्यूप्रस आक्साइड को अवक्षेपित करता है। अभिक्रियाएँ निम्न समीकरणों के अनुसार होती हैं —



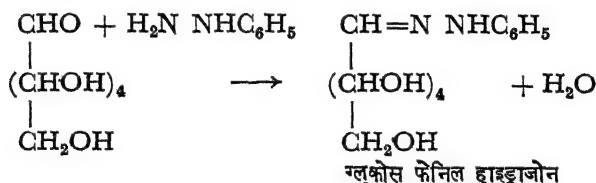
(ग) हाइड्रोजन सायनाइड की क्रिया—हाइड्रोजन सायनाइड के साथ ग्लूकोस एक योग-यौगिक, ग्लूकोस सायनहाइड्रिन, बनाता है —



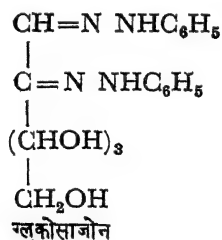
(घ) हाइड्राक्सिलेमिन की क्रिया—ग्लूकोस एक ऐल्डीहाइड की भाँति हाइड्राक्सिलेमिन के साथ अभिक्रिया करता है और ग्लूकोस आक्सीम बनाता है.—



(ङ) फेनिल हाइड्राजिन की क्रिया—फेनिल हाइड्राजिन के साथ ग्लूकोस पहले अन्य ऐल्डीहाइडो की तरह फेनिल हाइड्राजोन बनाता है —



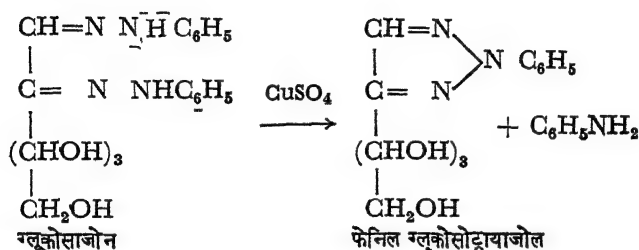
किन्तु फेनिल हाइड्राजिन की अधिक मात्रा के साथ गरम किये जाने पर ग्लूकोस एक डाइफेनिल हाइड्राजोन यौगिक बनाता है जिसे ग्लूकोसाजोन (glucosazone) कहते हैं। यह अविलेय पीले रंग का मणिभीय यौगिक है और इसका एक निश्चित गलनाक होता है। इसके द्वारा ग्लूकोस की पहचान की जा सकती है। ग्लूकोसाजोन बनने की अभिक्रियाएँ जटिल हैं। इसका सूत्र निम्न है.—



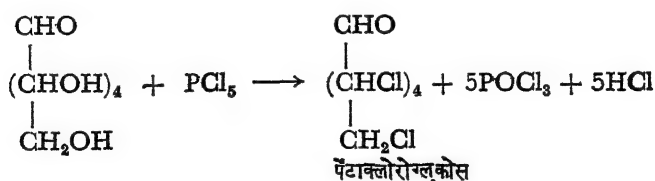
अन्य कई शर्कराएँ भी ओसाजोन बनाती हैं किन्तु प्रत्येक का गलनाक भिन्न होता है। अतः शर्कराओं का ओसाजोन बनाकर और उनका गलनाक ज्ञात कर विभिन्न शर्कराओं को सरलता से पहचाना जा सकता है। वास्तव में शर्कराओं को एक दूसरी से पहचानने का यही सब से अच्छा परीक्षण है।

ओसाजोन बनाने के लिए शर्करा को फेनिल हाइड्राजिन के साथ ऐसीटिक अम्ल की उपस्थिति में उबलते पानी के ऊष्मक में रख कर लगभग एक घंटे तक गरम किया जाता है।

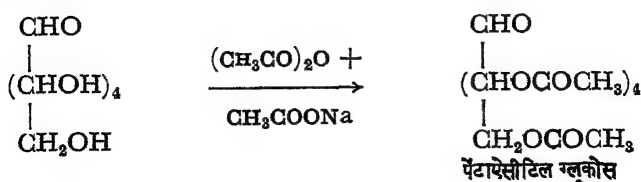
जब ओसाजोन को जलीय कापर सल्फेट विलयन के साथ गरम किया जाता है तो एक दूसरा अविलेय यौगिक बनता है जिसे ओसोट्रायाजोल (osotriazole) कहते हैं। इसका भी एक निश्चित गलनाक होता है और यह भी शर्कराओं के परीक्षण में सहायक है —



(५) ऐलकोहली गुण—(क) फास्फोरस पेंटाक्लोराइड की क्रिया—फास्फोरस पेंटाक्लोराइड के साथ पेंटाक्लोरो यौगिक बनता है —



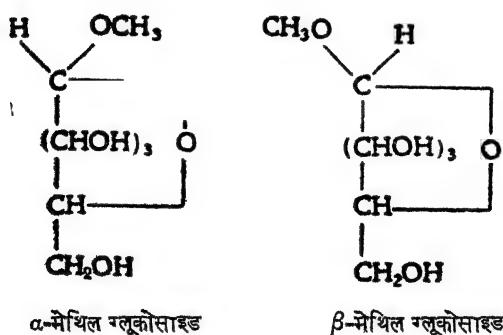
(ख) ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड (या ऐसीटिल क्लोराइड) जब अजल सोडियम ऐसीटेट की उपस्थिति में ग्लूकोस पर क्रिया करता है तो पेंटाऐसीटिल यौगिक बनता है.—



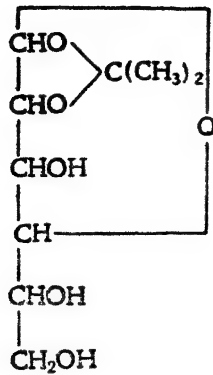
ऊपर की दोनों अभिक्रियाओं से यह सिद्ध होता है कि ग्लूकोस के अणु में पाँच हाइड्रॉक्सी मूलक हैं।

(ग) अन्य ऐलकोहलो की भाँति ग्लूकोस के हाइड्रॉक्सिल मूलक के हाइड्रोजन परमाणु का धातु-परमाणुओं द्वारा विस्थापन हो जाता है और ऐलकोहालेट बनते हैं। ये यौगिक सामान्य ऐलकोहलो के ऐलकोहालेटों की अपेक्षा अधिक सरलता से बनते हैं। ये विभिन्न धातु-हाइड्रॉक्साइडों की अभिक्रिया से ही बन जाते हैं। उदाहरणार्थ, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के साथ ग्लूकोस कैल्सियम ग्लूकोसेट, $C_6H_{11}O_6 \cdot CaOH$, और बेरियम हाइड्रॉक्साइड के साथ बेरियम ग्लूकोसेट, $C_6H_{11}O_6 \cdot BaOH$, बनाता है। ग्लूकोसेट के जलीय विलयन में कार्बन डाइ-आक्साइड प्रवाहित करने पर ग्लूकोसेट शीघ्र विच्छेदित हो जाते हैं और धातु-कार्बोनेट तथा ग्लूकोस उत्पन्न होते हैं।

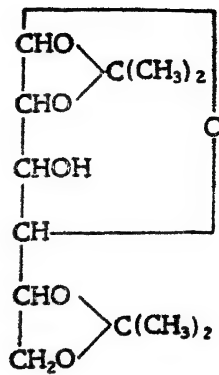
(घ) अन्य ऐलकोहलो के साथ ऐलकोहल की भाँति क्रिया कर ग्लूकोस ईथर की तरह के यौगिक बनाता है। उदाहरणार्थ, शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैस की उपस्थिति में मेथिल ऐलकोहल के साथ प्रतिक्रिया करने पर ग्लूकोस एक मॉनो-मेथिल ईथर बनाता है। इन यौगिकों को ग्लूकोसाइड कहते हैं। मेथिल ग्लूकोसाइड दो विन्यास समावयवी रूपों में प्राप्त होता है जिन्हें α - और β -मेथिल ग्लूकोसाइड नाम दिया गया है। इनका आकार निम्न है —



(६) अन्य अभिक्रियाएँ—(क) ऐसीटोन के साथ ग्लूकोस दो सघनन यौगिक बनाता है—मॉनो-ऐसीटोन ग्लूकोस (monoacetone glucose) और डाइ-ऐसीटोन ग्लूकोस (diacetone glucose) —

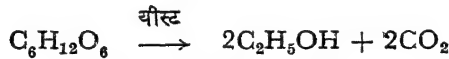


मॉनो डेसीडोन ग्लूकोस

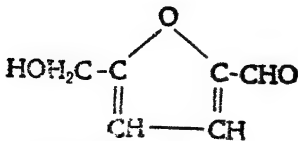
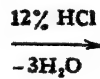
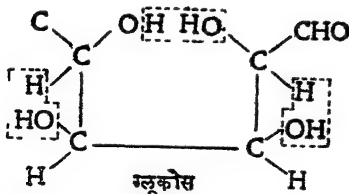


डाइ डेसीडोन ग्लूकोस

(ख) किण्वन (Fermentation)—यीस्ट द्वारा ग्लूकोस के जलीय विलयन को किण्वित करने पर ऐल्कोहल बनता है और कार्बन डाइ-आक्साइड गैस मुक्त होकर निकलती है —



(ग) अम्लो की क्रिया—तनु अम्ल की ग्लूकोस पर कोई क्रिया नहीं होती किन्तु सान्द्र और गरम खनिज अम्ल ग्लूकोस का विच्छेदन कर देते हैं और कोयला तथा अन्य पदार्थ उत्पन्न होते हैं। मध्यम सान्द्रता के हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (१२%) का गरम विलयन ग्लूकोस को पहले फर्गुसॉन हाइड्रॉक्साइड यौगिक में परिवर्तित कर देता है और फिर यह यौगिक अम्ल द्वारा विच्छेदित होकर लिन्थुलिनिक अम्ल (laevulinic acid) देता है —

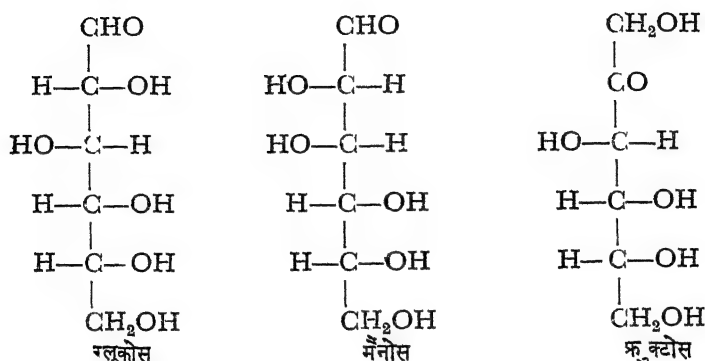


५-हाइड्रॉक्सी मेथिल फर्गुसॉन



लिन्थुलिनिक अम्ल

यदि ग्लूकोस को तनु दाहक क्षारों के विलयनो या क्षारीय मिट्टी धातुओं के हाइड्राक्साइडो या कार्बनिक भस्मों, जैसे पिरीडीन, के साथ गरम किया जाता है तो एक आणविक परिवर्तन होता है जिसके फलस्वरूप ग्लूकोस, फ्रुक्टोस और मैनोस का एक मिश्रण बन जाता है —



ग्लूकोस के उपयोग—ससार के कुल उत्पादन का लगभग ८० प्रतिशत ग्लूकोस आजकल भोजन सम्बन्धी सामग्री बनाने में उपयोग होता है।

बहुत से फलों को डब्बों या बोतलों में परिरक्षित रखने के लिए इक्षु-शर्करा के स्थान में ग्लूकोस का उपयोग किया जाता है। फलों के परिरक्षण के लिए साधारणतः २० से ४० प्रतिशत तक ग्लूकोस के विलयन का उपयोग होता है। ५० प्रतिशत सान्द्रता से अधिक सान्द्रता के ग्लूकोस के विलयन का उपयोग नहीं किया जा सकता क्योंकि इस सान्द्रता के ऊपर ग्लूकोस मणिभीकृत होने लगता है। टमाटर के रस तथा सेब, ऐप्री-काट, प्लम, चेरी आदि फलों का परिरक्षण करते समय यदि इनमें २०-३० प्रतिशत ग्लूकोस मिला दिया जाता है तो इनका स्वाद अधिक अच्छा हो जाता है और ये अधिक दिनों तक परिरक्षित अवस्था में रहते हैं। इसी प्रकार अन्य बहुत सी भोजन की वस्तुओं में, जैसे नीबू का अचार, अनन्नास, अमरूद की जेली आदि में यदि इक्षु-शर्करा के साथ कुछ ग्लूकोस भी डाल दिया जाता है तो स्वाद बहुत अच्छा हो जाता है।

ग्लूकोस का उपयोग बिस्कुट, पनीर (cheese), टाफी तथा लेमनचूस आदि में भी आजकल बहुत व्यापक रूप से होता है। ग्लूकोस और इक्षु-शर्करा के मिश्रण का ही साधारणतः इन सब कामों में उपयोग किया जाता है। इन दोनों शर्कराओं को विभिन्न अनुपातों में मिलाने तथा उचित सीमा तक उबालने से स्वाद में विभिन्न अन्तर तथा विभिन्न अन्य गुण उत्पन्न किये जा सकते हैं। लेमनचूस बनाने में ग्लूकोस और इक्षु-

शर्करा के इच्छित अनुपात में बने मिश्रण को आवश्यक अवस्था तक उबालने के बाद इसमें उपयुक्त रंग मिलाया जाता है, और फिर साँचो में डाल कर इच्छित आकार के लेमनचूस बना लिये जाते हैं।

गोद तथा सज्जको के गुणों में आवश्यक परिवर्तन लाने के लिए उनमें थोड़ी मात्रा में ग्लूकोस डाला जाता है।

ग्लूकोस से कई अन्य रासायनिक यौगिक भी बनाये जाते हैं। इनमें ग्लूकॉनिक अम्ल, लैक्टिक अम्ल, सार्विटाँल तथा मैनीटाँल मुख्य हैं। ग्लूकॉनिक तथा लैक्टिक अम्ल ग्लूकोस से किण्वन की विधि द्वारा प्राप्त किये जाते हैं। सार्विटाँल और मैनीटाँल ग्लूकोस से विद्युत्-विश्लेषी अवकरण (electrolytic reduction) करने पर प्राप्त होते हैं।

ग्लूकोस की संरचना—(१) भौतिक विधियों द्वारा ज्ञात अणुभार के आधार पर ग्लूकोस का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ है।

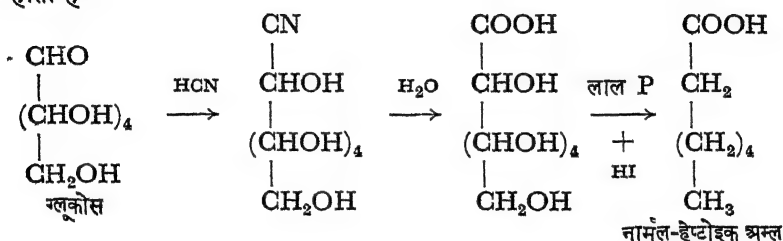
(२) ग्लूकोस को ऐसीटिल क्लोराइड या ऐसीटिक ऐनहाइड्राइड से अभिकृत करने पर एक पेटा-ऐसीटिल यौगिक बनता है। इससे सिद्ध होता है कि ग्लूकोस के अणु में पाँच हाइड्रॉक्सिल मूलक हैं। इसके साथ ही ग्लूकोस का एक स्थायी (stable) यौगिक होना यह सिद्ध करता है कि ग्लूकोस अणु में कोई भी कार्बन दो या अधिक हाइड्रॉक्सिल मूलक से संयुक्त नहीं है, अर्थात् प्रत्येक हाइड्रॉक्सिल मूलक एक पृथक् कार्बन परमाणु से संयुक्त है। इस प्रकार पाँच हाइड्रॉक्सिल मूलक पाँच कार्बन परमाणुओं से संयुक्त होंगे।

[किसी भी यौगिक में जब दो या इससे अधिक हाइड्रॉक्सिल मूलक एक ही कार्बन से संयुक्त रहते हैं तो यौगिक बहुत अस्थायी होता है और तुरन्त विच्छेदित हो जाता है। अतः ऐसा यौगिक साधारण अवस्था में ज्ञात नहीं होता।]

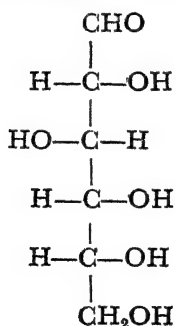
(३) ग्लूकोस कुछ अभिक्रियाओं में ऐल्डीहाइड के गुण प्रदर्शित करता है। उदाहरणार्थ, यह ऐल्डीहाइड की भाँति फेर्लिंग के विलयन को अवकृत कर देता है, HCN के साथ एक योगशील यौगिक बनाता है और हाइड्रॉक्सिलेमिन तथा फेनिल हाइड्राजिन के साथ क्रमशः आक्सीम और फेनिल हाइड्राजोन बनाता है। इससे अनुमान होता है कि ग्लूकोस में एक ऐल्डीहाइड मूलक उपस्थित है। आक्सीकृत किये जाने पर ग्लूकोस पहले एक एक-भास्मिक अम्ल (ग्लूकॉनिक अम्ल) और फिर एक द्वि-भास्मिक अम्ल (सैकरिक अम्ल) देता है जिनमें कार्बन परमाणुओं की संख्या वही रहती है जो ग्लूकोस में है।

अतः आक्सीकृत यौगिकों से भी ग्लूकोस में ऐल्डीहाइड मूलक का होना ही सिद्ध होता है।

(४) ग्लूकोस का हाइड्रोजन सायनाइड के साथ बना सायनहाइड्रिन यौगिक जब जल-विश्लेषित किया जाता है तो एक हेक्सा-हाइड्राक्सी कार्बोक्सिलिक अम्ल बनता है। इस अम्ल को हाइड्रियाडिक अम्ल और लाल फास्फोरस द्वारा अवकृत करने पर नार्मल-हेप्टोइक अम्ल (*n*-heptonic acid) प्राप्त होता है। नार्मल-हेप्टोइक अम्ल का आकार ज्ञात है। इसमें सब कार्बन एक सीधी श्रृंखला के रूप में परस्पर बन्धित रहते हैं। ऊपर की क्रियाओं के आधार पर ग्लूकोस का निम्न आकार सिद्ध होता है —



ऊपर के आकार में चार कार्बन परमाणु (दूसरे से पाँचवे तक) असममित (asymmetric) हैं। अतः यह १६ प्रकाश-सक्रिय समावयवी (optically active isomers) रूपों में ज्ञात होना चाहिए। ये १६ समावयवी ज्ञात हैं जिनमें से ८ दक्षिणावर्ती और ८ वामावर्ती हैं। रासायनिक विधियों से ग्लूकोस में मूलकों का विन्यास ज्ञात किया गया है और यह निम्न भाँति है —



यद्यपि ऊपर का आकार ग्लूकोस के अधिकांश रासायनिक गुणों की पुष्टि करता है फिर भी कुछ ऐसे तथ्य हैं जो इस आकार-सूत्र के विपरीत हैं। ऐसे कुछ तथ्य निम्न हैं —

(क) ग्लूकोस का विलयन शिफ-अभिक्रिया (Schiff's reaction) नहीं

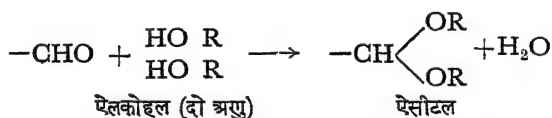
देता। प्रत्येक ऐल्डीहाइड यह अभिक्रिया देता है और यह ऐल्डीहाइड का एक सूक्ष्म परीक्षण है। इससे स्पष्ट है कि ग्लूकोस में कोई मुक्त ऐल्डीहाइड मूलक नहीं होना चाहिए।

(ख) अन्य ऐल्डीहाइडों की भाँति सोडियम बाइसल्फाइट के साथ ग्लूकोस कोई योगशील यौगिक नहीं बनाता।

(ग) ग्लूकोस दो विन्यास-समावयवी रूपों में ज्ञात है जिनके विशिष्ट घूर्णन (specific rotation) भिन्न हैं। एक समावयवी α -ग्लूकोस और दूसरा β -ग्लूकोस कहलाता है। इन दो विन्यास-समावयवियों का ज्ञात होना ग्लूकोस के ऊपर प्रदर्शित विवृत श्रृंखला के सूत्र द्वारा असम्भव है।

(घ) ग्लूकोस पेटा-ऐसीटेट हाइड्राक्सिलेमिन तथा फेनिल हाइड्राजिन के साथ ग्लूकोस की भाँति क्रिया नहीं करता और आक्सीम तथा फेनिल हाइड्राजोन नहीं बनाता। इससे स्पष्ट है कि पेटा-ऐसीटेट में कोई मुक्त ऐल्डीहाइड मूलक नहीं है।

(ङ) प्रत्येक सामान्य ऐल्डीहाइड निर्जलीकारक (dehydrating agent), जैसे H_2SO_4 , HCl gas आदि, की उपस्थिति में ऐलकोहल से अभिक्रिया कर एक ऐसीटल बनाता है। यह अभिक्रिया निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है —

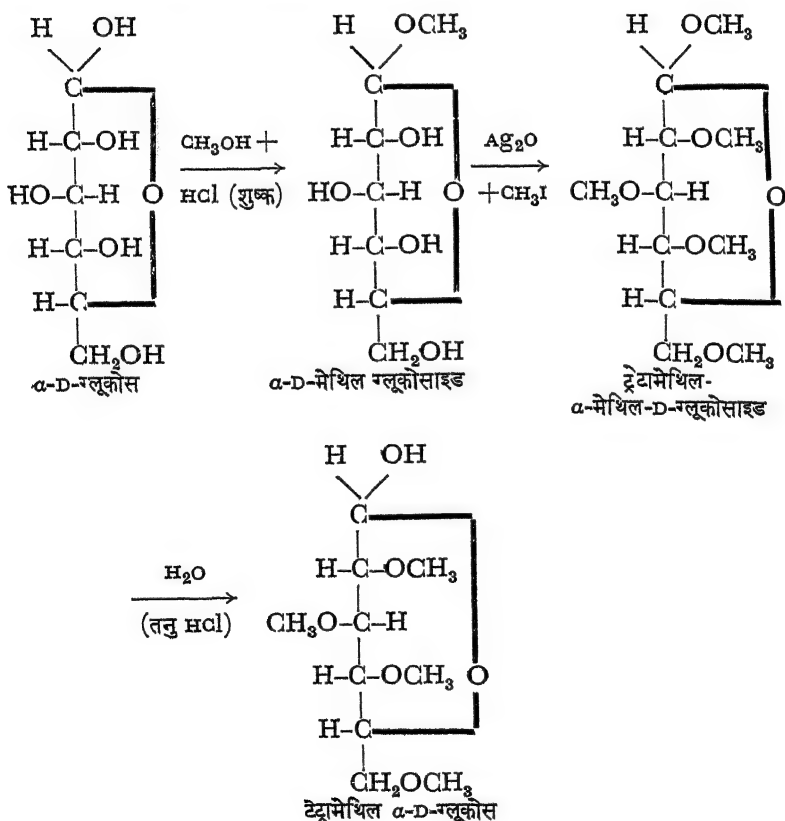


किन्तु ग्लूकोस को जब शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैस की उपस्थिति में मेथिल ऐलकोहल के साथ अभिकृत किया जाता है तो यह दो मणिभीय यौगिकों का एक मिश्रण देता है। ये दोनों यौगिक परस्पर विन्यास-समावयवी हैं और इन्हें क्रम से α - और β -मेथिल ग्लूकोसाइड कहते हैं। ये ऐसीटल से भिन्न प्रकार के यौगिक हैं और इनके बनने में ग्लूकोस का एक अणु मेथिल ऐलकोहल के केवल एक अणु से अभिक्रिया करता है। ये मेथिल ग्लूकोसाइड अवकारक नहीं होते और फेर्लिंग के विलयन को अवकृत नहीं करते।

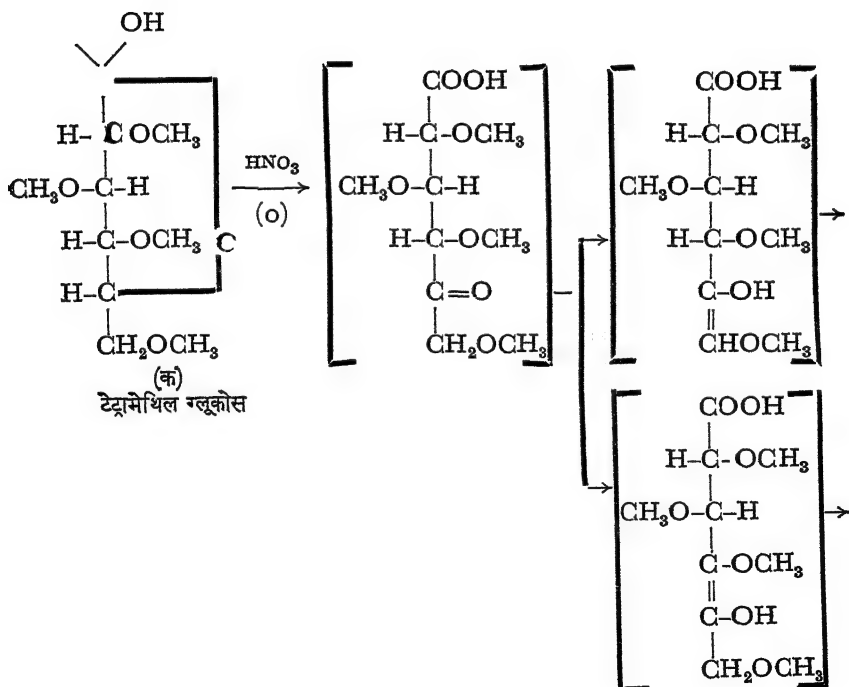
ऊपर के (क) से (ङ) तक के समस्त तथ्यों के आधार पर यह निश्चित जान पड़ता है कि ग्लूकोस में न तो मुक्त ऐल्डीहाइड मूलक है और न यह विवृत श्रृंखला का यौगिक है। इन तथ्यों का स्पष्टीकरण केवल ग्लूकोस को एक सवृत श्रृंखला का यौगिक मानने से ही हो सकता है। अतः ग्लूकोस का आकार निश्चित रूप से सवृत श्रृंखलायुक्त है।

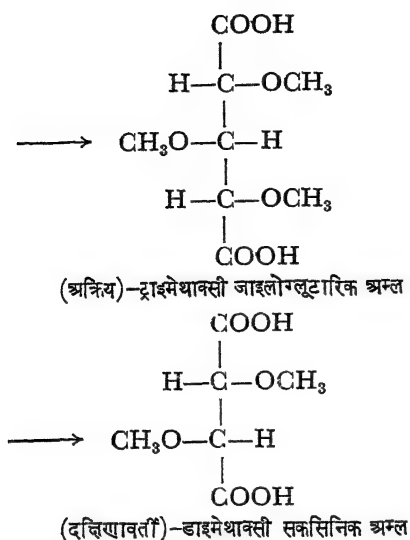
(५) ग्लूकोस के सवृत श्रृंखला के रूप का निर्धारण मेथिलीकरण द्वारा निम्न रीति से किया गया है —

ग्लूकोस को शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैस की उपस्थिति में मेथिल ऐलकोहल से अभिकृत करने पर मेथिल ग्लूकोसाइड बनता है। इसे फिर मेथिल आयोडाइड और सिल्वर आक्साइड के मिश्रण द्वारा अभिकृत करने पर पेटामेथिल ग्लूकोस प्राप्त होता है। इस यौगिक को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा जल-विश्लेषित करने पर इसका ग्लूकोसाइड वाला मेथिल मूलक निकल जाता है और टेट्रामेथिल ग्लूकोस प्राप्त होता है जो एक मणिभीय यौगिक है। इस यौगिक में ग्लूकोस के हाइड्राक्सिल मूलक ईथर मूलक के रूप में बन्धित रहते हैं और चूंकि ईथर बन्ध स्थायी होता है, टेट्रामेथिल ग्लूकोस में ग्लूकोस के प्रथम कार्बन के हाइड्राक्सिल मूलक के अतिरिक्त अन्य सब हाइड्राक्सिल मूलक स्थायी रूप में परिवर्तित हो जाते हैं और अब यह सभावना नहीं रहती कि सामान्य आक्सीकारको की क्रिया कराने पर 'हाइड्राक्सिल मूलक के मूल स्थानों पर अणु सरलता से विच्छेदित हो सके।

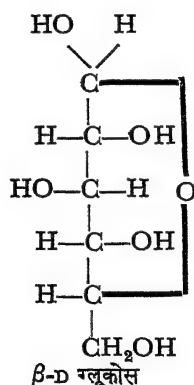
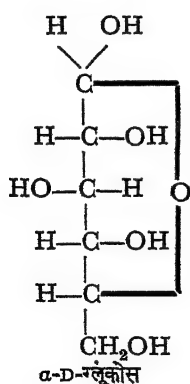


टेट्रामेथिल ग्लूकोस को सान्द्र नाइट्रिक अम्ल द्वारा आक्सीकृत करने पर मुख्य दो अम्ल प्राप्त होते हैं.—(अक्रिय)-डाइमेथाक्सी जाइलोग्लूटारिक अम्ल और (दक्षिणावर्ती)-डाइमेथाक्सी सकसिनिक अम्ल।^१ टेट्रामेथिल ग्लूकोस से इन दोनों अम्लों का आक्सीकरण द्वारा बनना तभी संभव हो सकता है जब टेट्रामेथिल ग्लूकोस का आकार 'क' हो। निम्न पदों द्वारा प्रदर्शित आक्सीकरण की अभिक्रिया से यह स्पष्ट हो जायगा —





अतः ऊपर बतलाये तथ्यों के आधार पर यह सिद्ध हो जाता है कि ग्लूकोस का आकार निम्न है और इस आकार के आधार पर यह दो समावयवी रूपों में ज्ञात होगा.—

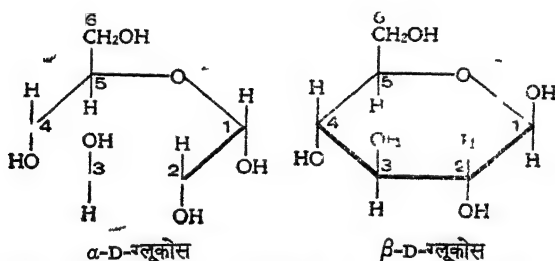


इन दोनों में से कौन आकार α - का है और कौन β - का यह जानना सम्भव नहीं है, किन्तु इतना निश्चित है कि यदि इनमें से किसी एक को α - मान लिया जाय तो

दूसरा β -होगा। हावर्थ (Haworth) ने यह परिपाटी स्थापित की है कि α - उसे माना जाय जिसमे प्रथम कार्बन से सयुक्त हाइड्रॉक्सिल मूलक दाहिनी ओर हो। इसी परिपाटी के अनुसार α - और β - समावयवियों का नामकरण किया जाता है।

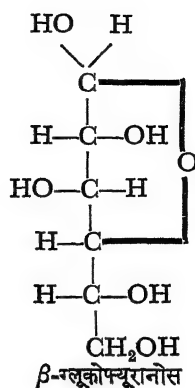
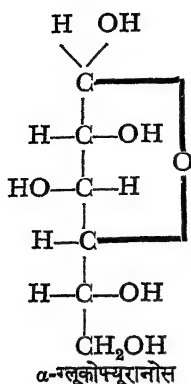
इन दोनों रूपों से क्रमशः α - और β -मेथिल ग्लूकोसाइड का बनना सिद्ध हो जाता है।

ऊपर के सूत्र में प्रथम कार्बन परमाणु और पाँचवाँ कार्बन परमाणु एक आक्सीजन परमाणु द्वारा परस्पर सम्बन्धित होकर एक सवृत शृंखला बनाते हैं। अतः इस वृत्त को १, ५-आक्साइड, या ऐमिलीन आक्साइड वलय (1,5-oxide or amylenic oxide ring, कहते हैं। इसे पाइरानोस वलय (pyranose ring) भी कहते हैं। हावर्थ (Haworth) के सुझाव के अनुसार यह संरचना सूत्र निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जाता है —

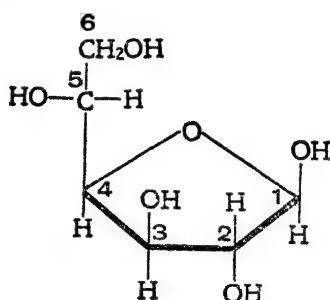
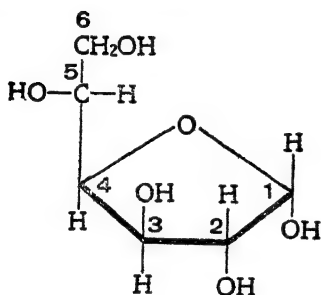


[वलय के प्रत्येक कोने में एक कार्बन परमाणु है जो सूत्र में साधारणतः नहीं दिखलाया जाता।]

एक प्रकार का ग्लूकोस और भी ज्ञात हुआ है जिसमें पहला और चौथा कार्बन परमाणु एक आक्सीजन परमाणु द्वारा सम्बन्धित होकर एक वृत्त बनाता है। इस वृत्त-आकार को १, ४-आक्साइड, या ब्यूटिलीन आक्साइड या γ -वलय (1,4 oxide or butylene oxide ring or γ -ring) कहते हैं।^१ इस आकार को फ्यूरानोस वलय भी कहते हैं (furanose ring) और यह भी दो विन्यास-समावयवी रूपों में ज्ञात है:—



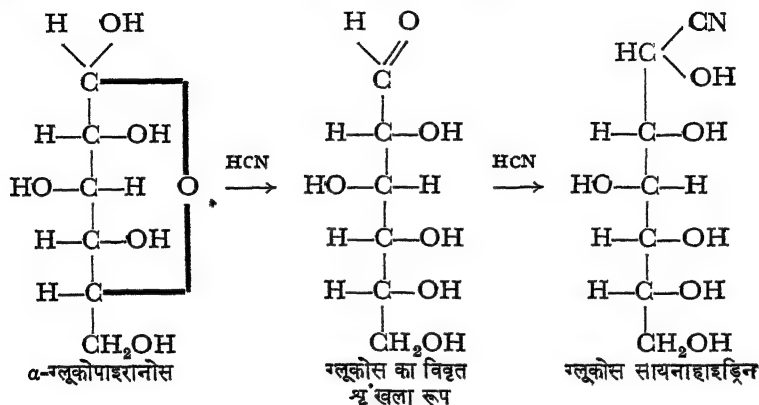
ग्लूकोप्यूरानोस वत्त को हावर्थ के अनुसार निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जाता है :—



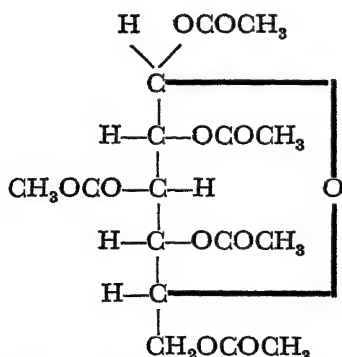
पाइरानोस तथा प्यूरानोस दोनों ही आकारों में पहला कार्बन परमाणु असममित है; अतः प्रत्येक इस कार्बन के कारण दो विन्यास-समावयवी रूपों में रह सकता है। उस समावयवी रूप को जिसमें पहले कार्बन से सम्बन्धित हाइड्रॉक्सिल मूलक दाहिनी ओर स्थित रहता है α - और जिसमें बायी ओर रहता है उसे β - कहते हैं।

ऊपर प्रदर्शित वलय आकार द्वारा ग्लूकोस के समस्त गुण तथा अभिक्रियाएँ ठीक से स्पष्ट हो जाती हैं। इस वलय आकार के अनुसार ग्लूकोस में कोई मुक्त ऐल्डीहाइड मूलक नहीं है; अतः ग्लूकोस शिफ अभिक्रिया नहीं देता और न सोडियम बाइ-सल्फाइट के साथ योगशील यौगिक बनाता है। किन्तु ग्लूकोस के सरचना-सूत्र में आक्सिजन द्वारा बना वलय बहुत स्थायी नहीं है। साधारण अभिकर्मकों, जैसे HCN, हाइड्रॉक्सिलेमिन, फेनिल हाइड्राजिन, विभिन्न आक्सीकारक तथा अवकारक पदार्थों, की उपस्थिति

मे यह आक्साइड वलय विच्छिन्न हो जाता है और तब एक मुक्त ऐल्डीहाइड मूलक उत्पन्न हो जाता है। इस ऐल्डीहाइड मूलक के उत्पन्न होने पर ग्लूकोस इन अभिकर्मको के प्रति ऐल्डीहाइड के रूप में अभिक्रिया करता है। यही कारण है कि ग्लूकोस इन कुछ अभिकर्मको के साथ ऐल्डीहाइड के गुण प्रदर्शित करता है। उदाहरणार्थ, HCN की उपस्थिति में अभिक्रिया निम्न प्रकार से होती है —



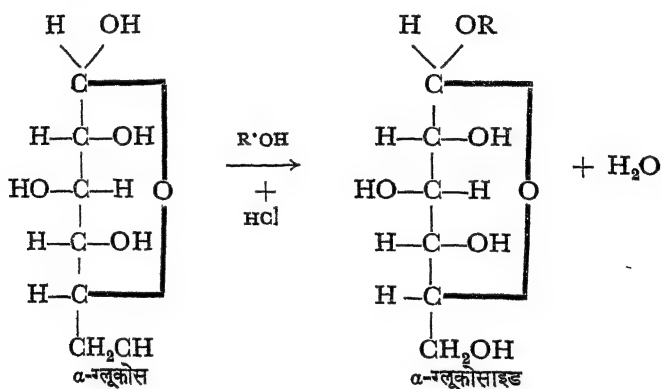
ग्लूकोस पेटा-ऐसीटेट में अवकारक गुण का न होना तथा इसका हाइड्राक्सिलेमिन और फेनिल हाइड्राजिन से ग्लूकोस की भाँति अभिक्रिया न करना भी ग्लूकोस के सवृत श्रृंखला आकार द्वारा स्पष्ट हो जाता है। ग्लूकोस पेटा-ऐसीटेट का आकार निम्न होगा —



इस आकार में आक्साइड वलय के विवृत होने पर भी कोई ऐल्डीहाइड मूलक उत्पन्न नहीं होगा, अतः यह यौगिक ग्लूकोस के समान ऐल्डीहाइड के गुण प्रदर्शित नहीं कर सकता।

पाइरानोस आकार अधिक स्थायी होता है और साधारण अवस्था में ग्लूकोस का यही आकार रहता है। फ्यूरानोस आकार अस्थायी होता है और केवल विशेष अवस्था में ही ग्लूकोस इस आकार में पाया जाता है। साधारण अवस्था आने पर फ्यूरानोस आकार तुरन्त पाइरानोस आकार में परिणत हो जाता है। सामान्य ग्लूकोस α - और β -ग्लूकोपाइरानोस का साम्यावस्था में स्थित मिश्रण होता है।

जब ग्लूकोस किसी ऐलकोहल से निर्जलीकारक की उपस्थिति में अभिक्रिया करता है तो पहले कार्बन का OH ऐलकोहल के OH से अभिक्रिया कर पानी निकालता है और आक्सिजन द्वारा ऐलकोहल में विद्यमान शेष मूलक ग्लूकोस के प्रथम कार्बन से बन्धित हो जाता है —



इन यौगिकों को ग्लूकोसाइड (अथवा ग्लाइकोसाइड) कहते हैं। यदि α -ग्लूकोस से ग्लूकोसाइड बना है तो इसे α -ग्लूकोसाइड और यदि β -ग्लूकोस से बना है तो इसे β -ग्लूकोसाइड कहते हैं।

निर्देश

- 1 T de Saussure, Bull Pharm, 1814, 6, 499
- 2 Hirst, J, 1926, 129, 350
- 3 Haworth, Hirst, and Miller, J, 1927, 2436
Haworth, 'Constitution of Sugars' (1929)

माल्टोस

सन् १८१९ मे डी० सासरे^१ (de Saussure) ने यह देखा कि डायस्टेस एन्जाइम द्वारा (जो अकुरित जौ के दानो मे रहता है) स्टार्च का किण्वन कराने पर एक नयी शर्करा बनी जो इक्षु-शर्करा और ग्लूकोस दोनो से भिन्न थी। उसने इसे स्टार्च से बना कर पृथक् रूप मे प्राप्त किया। फिर सन् १८४९ मे डूब्रनफाउट^२ (Dubrunfaut) ने इस शर्करा का अधिक व्योरे से अध्ययन किया और इसे माल्टोस नाम दिया। उसने यह भी ज्ञात किया कि जब अम्ल द्वारा स्टार्च का जल-विश्लेषण किया जाता है तो भी यह शर्करा बनती है, किन्तु बाद मे फिर इसका भी जल-विश्लेषण हो जाता है और ग्लूकोस बनता है। इसके बाद बहुत वर्षों तक इस शर्करा की ओर किसी ने ध्यान नहीं दिया और इसका अधिक अध्ययन नहीं हो सका। डूब्रनफाउट के प्रयोगो के लगभग २३ वर्षों बाद सन् १८७२ मे सी० ओ० सलीवान^३ (C O Sullivan) ने पुन इस शर्करा को स्टार्च से बनाया और इसके अध्ययन की ओर रसायनज्ञो का ध्यान आकर्षित किया। सन् १८८३ मे डूब्रनफाउट और क्यूजीनियर (Dubrunfaut and Cuisinier) ने मिल कर एक-दूसरे के सहयोग से माल्टोस को ठोस रूप मे तथा चाशनी के रूप मे बनाने की एक विधि ज्ञान की और इस विधि का पेटेंट कराया। आरम्भ मे माल्टोस व्यापारिक मात्रा मे इसी विधि से बनाया गया।

माल्टोस बनाने की विधियाँ

(१) डूब्रनफाउट और क्यूजीनियर की विधि—आटे मे पानी मिलाकर और गरम कर एक लेई बनायी जाती है। इस लेई को ७०°-८०° से० ग्रे० ताप पर रख कर इसमे ५ से १० प्रतिशत तक ताजा माल्ट-निष्कर्ष मिलाया जाता है। माल्ट-निष्कर्ष मे मौजूद डायस्टेस द्वारा स्टार्च किण्वित होकर थोडे समय मे ही विलयन के रूप मे बदल जाता है। इसके बाद इस विलयन का ताप घटा कर ५०° से० ग्रे० पर लाया जाता है और इसमे थोडा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर थोडा अम्लीय किया जाता है। पुन इसमे ५ से १० प्रतिशत तक माल्ट-निष्कर्ष मिला कर ५०° से० ग्रे०

पर किण्वित किया जाता है। थोड़े समय में ही पर्याप्त मात्रा में माल्टोस बन जाता है। किण्वन की समाप्ति के बाद विलयन को छान कर 20° बोमे (Baumé) घनत्व तक सान्द्र किया जाता है। फिर सक्रिय जन्तु-कोयले के भीतर से इसे छाना जाता है जिससे इसका रंग तथा गंध निकल जाय। अन्त में इसे सान्द्र कर चाशनी ($30^{\circ}-40^{\circ}$ Be) के रूप में या मणिभो के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। इस विधि से प्राप्त माल्टोस काफी शुद्ध होता है। इसमें दो प्रतिशत से अधिक अपद्रव्य नहीं रहते। डेक्सट्रिन भी इसमें बिल्कुल नहीं रहता।

ऊपर की विधि व्यापारिक दृष्टि से कभी सफल नहीं हो सकती। इस विधि में अनाज का आटा सीधे इस्तेमाल किया जाता है और इस कारण कई कठिनाइयाँ उपस्थित होती हैं। आटे से जो लेई बनती है वह गाढ़ी होती है और इस कारण उसमें माल्ट-निष्कर्ष सब जगह ठीक से क्रिया नहीं कर पाता, फलस्वरूप क्रिया पूरी होने में बहुत समय लगता है। साथ ही इसमें माल्ट-निष्कर्ष की काफी अधिक मात्रा का उपयोग करना पड़ता है जिसके कारण व्यय बहुत होता है और माल्टोस महँगा पड़ता है। एक अन्य कठिनाई यह भी होती है कि आटे में स्टार्च के अतिरिक्त प्रोटीन, खनिज लवण तथा कुछ अन्य पदार्थों के रहने के कारण किण्वन के बाद माल्टोस को पृथक् करने और शुद्ध करने में बहुत कठिनाई होती है। एक तीसरा दोष इस विधि में यह है कि आरम्भ में आटे में पर्याप्त पानी इसलिए मिलाना पड़ता है कि पतली लेई प्राप्त हो जिससे किण्वन क्रिया ठीक से हो सके। इसका परिणाम यह होता है कि अन्त में जो माल्टोस का विलयन प्राप्त होता है वह बहुत तनु होता है और इसके पानी को वाष्पित करने में काफी खर्च होता है। इन सब दोषों के कारण इस विधि से बनाया गया माल्टोस बहुत महँगा पड़ता है और इसी लिए उन दिनों जब अन्य कोई सस्ती विधि ज्ञात नहीं थी माल्टोस की माँग व्यापार में विशेष न हो सकी।

(२) डुरिया की विधि—डुरिया (Duryea) ने सन् १९१४ में डूब्रनफाउड और क्यूजीनियर की विधि में थोड़ा परिवर्तन कर सुधार किया। डुरिया की विधि में माल्टोस अधिक शुद्ध रूप में तथा सस्ता प्राप्त होता है। इस विधि में आटा न लेकर स्टार्च लिया जाता है। स्टार्च में पानी और थोड़ा अम्ल मिला कर और फिर उबाल कर एक पतला 16° बोमे घनत्व का विलयन प्राप्त किया जाता है। इसे उदासीन करने के बाद इसमें ५ प्रतिशत माल्ट-निष्कर्ष (स्टार्च की तोल के अनुपात से) मिलाया जाता है और 49° से 50° ग्रै. पर किण्वित होने के लिए रख दिया जाता है। थोड़े समय में ही स्टार्च किण्वित होकर माल्टोस में परिणत हो जाता है। किण्वन की समाप्ति के बाद विलयन को छान कर 20° बोमे घनत्व तक गाढ़ा किया

जाता है। फिर सक्रिय जन्तु-कोयले के भीतर से छान कर पुनः निर्वात में वाष्पित कर लगभग 40° बोमे तक सान्द्र किया जाता है। माल्टोस मणिभीकृत होकर पृथक् हो जाता है। मणिभो को मातृ-द्रव में से अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा पृथक् कर और सुखा कर रख लिया जाता है।

डुरिया की विधि से बनाये गये माल्टोस का स्वाद अधिक अच्छा होता है और साथ ही इसमें एक अच्छाई यह भी रहती है कि इससे जो मिठाइयाँ—लेमनचूस, टाफी आदि—बनायी जाती हैं वे वर्षा के दिनों में जल्दी पसीजती भी नहीं हैं।

(३) शुद्ध माल्टोस बनाने की विधि—शुद्ध माल्टोस बनाने के लिए माल्ट-निष्कर्ष के स्थान में डायस्टेस एजाइम चूर्ण रूप में प्राप्त कर तब उपयोग किया जाता है। डायस्टेस चूर्ण निम्न प्रकार से बनाया जाता है —

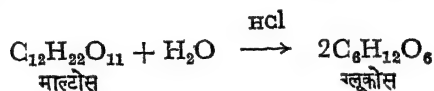
जौ के दानों को पानी में फुला कर नम वायुमंडल में लगभग 15° — 20° से० ग्रे० ताप पर रख दिया जाता है। दाने अकुरित हो जाते हैं। इस अकुरण-क्रिया में दानों में डायस्टेस एजाइम उत्पन्न होता है। दानों को फिर 50° — 60° से० ग्रे० तक गरम किया जाता है जिससे अकुरण की क्रिया रुक जाय। इन दानों को फिर हवा में सूखने के लिए फैला दिया जाता है। जब दाने पर्याप्त अंश तक सूख जाते हैं तो इसे चूर्ण कर लिया जाता है। इस चूर्ण में इसकी तोल के अनुपात से २ से ४ गुना तक २० प्रतिशत ऐलकोहल डाल कर २४ घंटे तक भीगने दिया जाता है। ऐलकोहल चूर्ण में उपस्थित डायस्टेस को घुला लेता है। इसे छान कर छने विलयन में उसके आयतन के अनुपात से दुगुना विशुद्ध ऐलकोहल मिलाया जाता है। डायस्टेस विलयन में से अवक्षेपित हो जाता है। इस अवक्षेप को छान कर पहले ऐलकोहल से और फिर ईथर से धो कर निर्वात में सुखा लिया जाता है।

शुद्ध माल्टोस के बनाने की विधि निम्न प्रकार है —

१०० ग्राम स्टार्च को लगभग ३ लिटर पानी के साथ उबाल कर एक पतली लेई बनायी जाती है। इस लेई को 50° से० ग्रे० ताप के आस-पास ला कर इसमें २ ग्राम डायस्टेस चूर्ण मिला दिया जाता है और इसी ताप पर किण्वन होने के लिए रख दिया जाता है। लगभग ५-६ घंटों में किण्वन समाप्त हो जाता है। किण्वन के समाप्त होने के बाद किण्वित द्रव को कमरे के ताप पर कुछ घंटों तक शान्त रखा रहने दिया जाता है। फिर इसे छान कर छने विलयन को निर्वात में वाष्पित कर थोड़ा गाढ़ा किया जाता है (लगभग 20° बोमे घनत्व तक) और इसमें इतनी रेक्टिफाइड स्पिरिट डाली जाती है कि विलयन में स्पिरिट की प्रतिशत मात्रा ८० हो जाय। इस अवस्था में डेक्सट्रिन तथा अन्य अपद्रव्य विलयन में से अवक्षेपित हो जाते हैं। पुनः छान कर

अवक्षेप को निकाल दिया जाता है और छने विलयन को निर्वात में वाष्पित कर चाशनी के रूप में किया जाता है (लगभग ४०° बोमे घनत्व)। इस चाशनी में शुद्ध माल्टोस के कुछ मणिम डाल कर इसे अलग रख दिया जाता है। धीरे धीरे माल्टोस मणिभीकृत हो जाता है। मणिमो को मातृ-द्राव में से अपकेन्द्री मशीन द्वारा पृथक् कर तथा विशुद्ध ऐलकोहल से धो कर और सुखा कर रख लिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त माल्टोस बहुत शुद्ध होता है—लगभग ९९ ७ प्रतिशत।

गुणधर्म—माल्टोस एक सफेद मणिभीय चूर्ण है। यह बहुत महीन सूच्याकार मणिम-समूह के रूप में एक अणु मणिभीकरण के जल के साथ मणिभीकृत होता है। यह पानी में बहुत विलेय है, ऐलकोहल में भी पर्याप्त मात्रा में विलेय है। यह इक्षु-शर्करा से कम मीठा होता है। इक्षु-शर्करा के विपरीत यह एक अवकारक शर्करा है और फेर्हलिंग के विलयन को अवकृत कर देता है। तनु खनिज अम्ल (जैसे HCl) के साथ उबालने पर यह जल-विश्लेषित हो जाता है और ग्लूकोस उत्पन्न करता है —



इससे सिद्ध होता है कि यह ग्लूकोस के दो अणुओं के परस्पर के सघनन से बना यौगिक है।

माल्टेस एजाइम द्वारा भी यह ग्लूकोस में जल-विश्लेषित हो जाता है, किन्तु इन्वर्टेस एजाइम का इस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

क्षारों की इस पर प्रक्रिया उसी प्रकार की होती है जैसी ग्लूकोस पर।

यह भी ग्लूकोस की भाँति म्यूटारोटेशन प्रदर्शित करता है।

माल्टोस का बहुत उपयोग इसे ग्लूकोस तथा सुक्रोस में मिला कर लेमनचस तथा अन्य मिठाइयाँ बनाने में होता है। इसके मिलाने से स्वाद अच्छा हो जाता है और मिठाइयों में नमी शोषित करने का दोष भी कम हो जाता है। बिस्कुट बनाने में भी माल्टोस का उपयोग किया जाता है। इसकी उपस्थिति से बिस्कुट सुपाच्य हो जाता है।

माल्टोस की संरचना— (१) इसका अणुसूत्र $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ है।

(२) जैसा हम ऊपर पढ़ चुके हैं, माल्टोस को जब तनु खनिज अम्लों के साथ गरम किया जाता है, या माल्टेस एजाइम द्वारा अभिकृत किया जाता है तो यह पूर्ण जल-विश्लेषित हो कर दो तुल्यांक ग्लूकोस उत्पन्न करता है।

(३) माल्टोस फेह्लिंग के विलयन को अवकृत कर देता है और फेनिल हाइड्राजिन के साथ हाइड्राजोन तथा ओसाजोन बनाता है। इससे यह ज्ञात होता है कि माल्टोस में मौजूद दो ग्लूकोस इकाइयों में से एक ग्लूकोस का पहला कार्बन और उससे सम्बन्धित हाइड्रोजन और हाइड्रॉक्सिल समूह उसी प्रकार मुक्त अवस्था में हैं जिस प्रकार ग्लूकोस में है (क्योंकि तभी आक्साइड वलय के टूटने पर मुक्त ऐन्डीहाइड मूलक उत्पन्न हो सकता है)। अतः ऐसा अनुमान किया जा सकता है कि यह ग्लूकोस इकाई एक ऐलकोहल के रूप में दूसरी ग्लूकोस इकाई के प्रथम कार्बन से बन्धित हाइड्रॉक्सिल मूलक से अभिक्रिया कर ग्लूकोसाइड की तरह का यौगिक बनाती है। इस प्रकार इस ग्लूकोसाइड में दोनों ही ग्लूकोस अणु होते हैं जिनमें से एक ग्लूकोस के रूप में क्रिया करता है और दूसरा ऐलकोहल के रूप में।

(४) माल्टोस पर इमलसिन (emulsin) एंजाइम की कोई क्रिया नहीं होती। यह माल्टोस द्वारा ही जल-विश्लेषित होता है। इससे यह सिद्ध होता है कि यह एक α -ग्लूकोसाइड है।

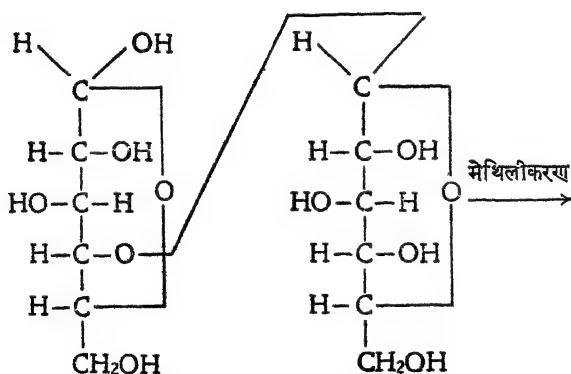
[एमिल फिशर (Emil Fischer) ने अपने प्रयोगों द्वारा यह तथ्य ज्ञात किया है कि माल्टोस एंजाइम केवल α -ग्लूकोसाइड बन्ध को खडित करता है और इमलसिन एंजाइम केवल β -ग्लूकोसाइड बन्ध को खडित करता है। अतः माल्टोस और इमलसिन की क्रिया द्वारा हम यह ज्ञात कर सकते हैं कि कोई ग्लूकोसाइड α है या β ।]

(५) माल्टोस का मेथिलीकरण करने पर (डाइमेथिल सल्फेट और कास्टिक सोडा के मिश्रण द्वारा, या सिल्वर आक्साइड और मेथिल आयोडाइड के मिश्रण द्वारा) एक पूर्ण मेथिलीकृत यौगिक प्राप्त होता है। इस यौगिक को फिर जल-विश्लेषित करने पर दो यौगिक प्राप्त होते हैं—एक २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस और दूसरा २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस^{११६}। २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस के प्राप्त होने से यह स्पष्ट होता है कि माल्टोस की उस ग्लूकोस इकाई में जो इस टेट्रामेथिल ग्लूकोस को बनाती है पाँचवाँ कार्बन अधिवासित (occupied) है, अन्यथा पाँचवें कार्बन से भी मेथिल मूलक संयोजित हो जाता। स्पष्ट है कि यह पाँचवाँ कार्बन पाइरानोस वलय बनाने के कारण अधिवासित होगा। २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस के बनने से यह सिद्ध होता है कि दूसरी ग्लूकोस इकाई का चौथा और पाँचवाँ दोनों कार्बन अधिवासित हैं। इनमें से एक कार्बन पहली ग्लूकोस इकाई के साथ ग्लूकोसाइड बन्ध बनाने में अधिवासित होगा और दूसरा कार्बन आक्साइड वलय बनाने के कारण अधिवासित होगा।

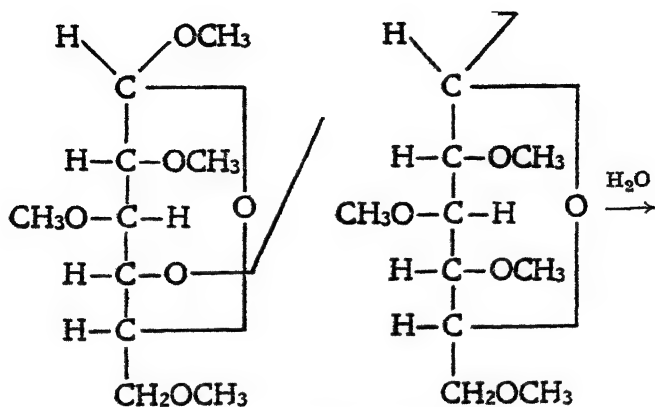
(६) पोटैशियम परमैंगनेट द्वारा आक्सीकृत किये जाने पर माल्टोस एक अम्ल

बनाता है जिसमें कार्बन परमाणुओं की संख्या वही रहती है जो माल्टोस में है। अतः इस अम्ल के बनने में माल्टोस में केवल इतना ही परिवर्तन होता है कि इसकी उस ग्लूकोस इकाई का पहला कार्बन, जिसमें ग्लूकोस की भाँति हाइड्रोजन और हाइड्रॉक्सिल समूह मुक्त अवस्था में है (अर्थात् अवकारक कार्बन), आक्सीकृत हो कर कार्बोक्सिल समूह में बदल जाता है। इस अम्ल को माल्टोबायोनिक अम्ल कहते हैं। इस अम्ल का कैल्सियम लवण बना कर मेथिलीकरण करने पर मेथिल अष्ट-मेथिल माल्टो-बायोनेट (methyloctamethyl maltobionate) बनता है। मेथिलीकृत यौगिक को फिर जल-विश्लेषित करने पर २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस और २ ३ ५ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकॉनिक अम्ल प्राप्त होते हैं। २ ३ ५ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकॉनिक अम्ल के बनने से यह निश्चित रूप से सिद्ध हो जाता है कि दूसरी ग्लूकोस इकाई का चौथा कार्बन पहले ग्लूकोस के प्रथम कार्बन से α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा सम्बन्धित है।

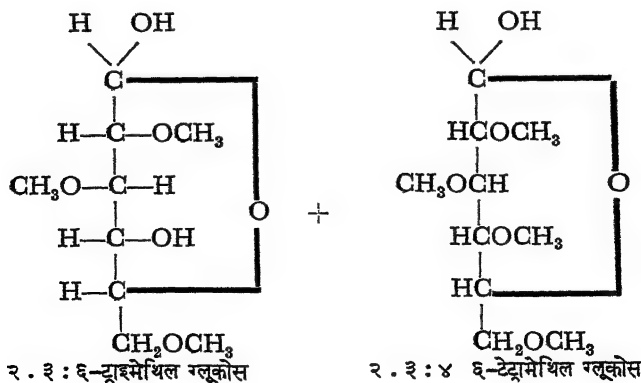
अतः ऊपर के तथ्यों के आधार पर माल्टोस की केवल निम्न संरचना ही सम्भव हो सकती है। इस संरचना-सूत्र को मान लेने पर ही ऊपर बतलायी समस्त अभिक्रियाएँ सम्भव हो सकती हैं, जैसा कि नीचे दी गयी अभिक्रियाओं से स्पष्ट होगा —

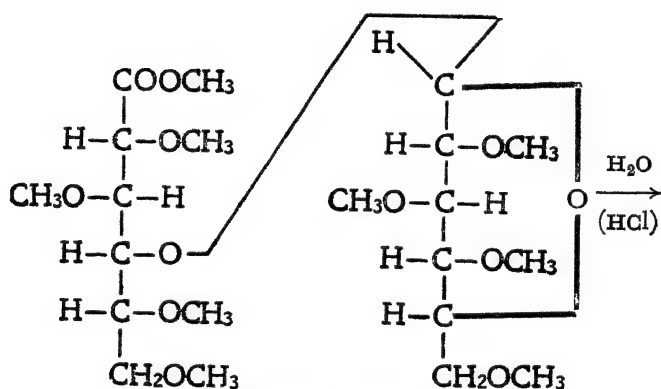
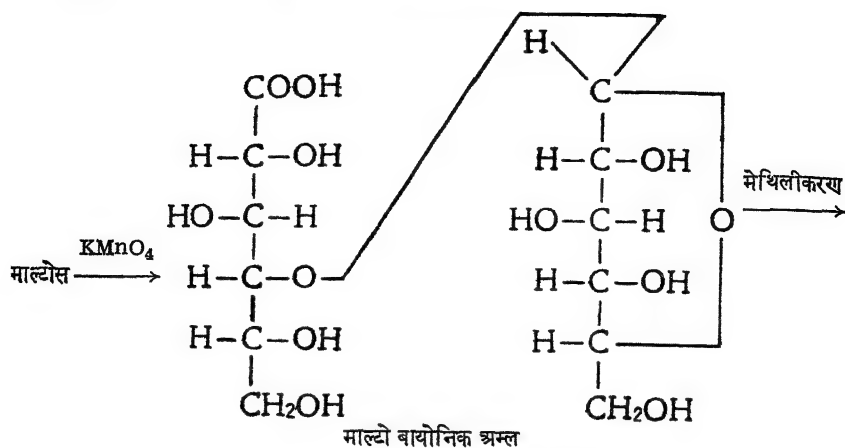


α -माल्टोस

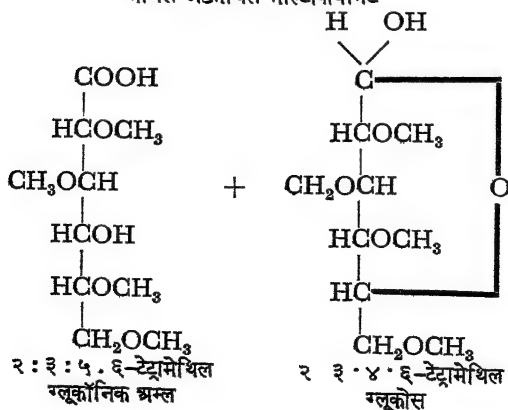


अष्टमेथिल माल्टोस

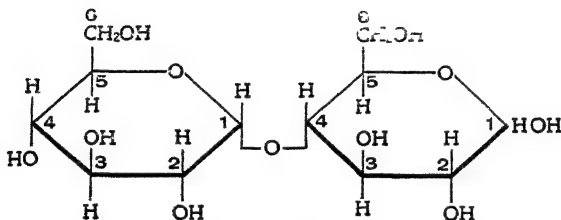




मेथिल अष्टमेथिल माल्टोबायोनेट



माल्टोस के ऊपर के संरचना सूत्र की पुष्टि अन्य तथ्यों द्वारा भी होती है। अतः इसका यही रासायनिक आकार निश्चित है। इस आकार को निम्न प्रकार से भी लिखा जाता है —



माल्टोस (α - और β -)

निर्देश

- 1 T de Saussure, *Phil Trans Roy. Soc Lond*, 1819, **169**, 29
- 2 A P Dubrunfaut, *Ann. Chim d Phys*, 1847, **21**, 178.
3. C O Sullivan, *J Chem Soc.*, 1872, **25**, 579
4. C B Duryea *J Ind. Eng Chem*, 1914 419.
- 5 Haworth and Leitch, *J*, 1919, 115, 809
6. Irvine and Black, *J*, 1926, 129, 862
7. Haworth and Peat, *J*, 1926, **129**, 3094

स्टार्च की संरचना

भौतिक आकार

एक्स-रे (X-ray) द्वारा परीक्षण करने से यह ज्ञात हो जाता है कि स्टार्च का आकार मणिभीय है या अमणिभीय (amorphous)। यदि एक्स-रे द्वारा लिये गये चित्र में वलय दिखलाई देते हैं तो आकार मणिभीय होता है। वलय जितने अधिक तथा जितने स्पष्ट होते हैं पदार्थ उतना ही अधिक मणिभीय होता है।

एक्स-रे द्वारा लिये गये चित्रों से यह ज्ञात हुआ है कि प्राकृतिक स्टार्च-कणों का आकार मणिभीय है। यह मणिभीय आकार मुख्य दो प्रकार का पाया जाता है। कदों के स्टार्च-कणों का जो एक्स-रे चित्र प्राप्त होता है वह एक प्रकार का होता है और अन्नो के स्टार्च-कणों का एक्स-रे चित्र दूसरे प्रकार का होता है। इन दोनों प्रकारों के बीच का प्रकार भी प्रायः मिलता है। यह सम्भवतः दोनों प्रकारों का मिश्रण होता है।

स्टार्च को जब चक्की में खूब पीसा जाता है तो इसका मणिभीय आकार नष्ट हो जाता है। इस पिसे स्टार्च का एक्स-रे चित्र अमणिभीय प्रकार का होता है। विभिन्न विलायकों द्वारा अमणिभीय स्टार्च को घुला कर फिर अवक्षेपित करने पर इसका आकार पुनः मणिभीय हो जाता है। लगभग 200° से 0° तक गरम किये गये स्टार्च का भी आकार मणिभीय न रह कर अमणिभीय हो जाता है।

रासायनिक आकार

जैसा हम पढ़ चुके हैं, स्टार्च एक अकेला रासायनिक यौगिक नहीं है। यह ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन नामक दो यौगिकों का एक मिश्रण है। अतः स्टार्च की संरचना का ज्ञान प्राप्त करने के लिए हमें इन दोनों अवयवों की संरचना का पृथक्-पृथक् अध्ययन करना होगा।

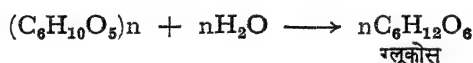
किसी भी रासायनिक यौगिक की संरचना जानने के लिए सर्वप्रथम यह आवश्यक होता है कि हम उसके विच्छेदन के फलस्वरूप प्राप्त होने वाले उत्पादों की संरचना ज्ञात

करे। ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन के विच्छेदन तथा जल-विश्लेषण के फलस्वरूप हमें क्रम से निम्न सरल उत्पाद प्राप्त होते हैं :—



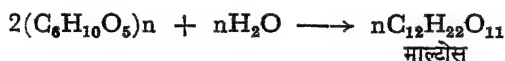
इस प्रकार ग्लूकोस इन दोनों का ही सरलतम उत्पाद है। ग्लूकोस के बाद उससे कुछ अधिक सकीर्ण उत्पाद माल्टोस है। ग्लूकोस और माल्टोस की संरचना का अध्ययन हम पीछे कर चुके हैं। इन दोनों की संरचना के आधार पर ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन की संरचना का निर्धारण करने में हमें सहायता मिलती है।

ऐमिलोस की संरचना (Structure of amylose)—(१) तनु खनिज अम्लों के साथ कुछ समय तक उबालने पर ऐमिलोस का पूर्ण जल-विश्लेषण हो जाता है और केवल ग्लूकोस बनता है —



इससे स्पष्ट है कि ऐमिलोस केवल ग्लूकोस अणुओं के परस्पर के सघनन से बना है।

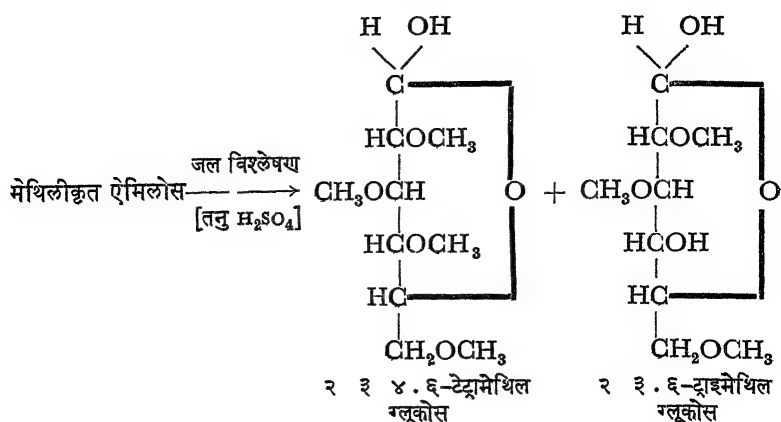
(२) डायस्टेस एंजाइम द्वारा किण्वित किये जाने पर ऐमिलोस जल-विश्लेषित हो कर माल्टोस उत्पन्न करता है —



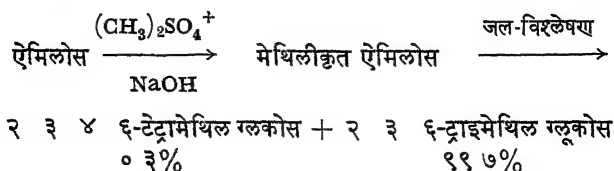
माल्टोस को पुनः जल-विश्लेषित करने पर ग्लूकोस उत्पन्न होता है।

माल्टोस का आकार हमें ज्ञात है। ऊपर के तथ्यों से यह निष्कर्ष निकलता है कि ऐमिलोस में ग्लूकोस अणु उसी प्रकार बन्धित हैं जिस प्रकार माल्टोस में बन्धित रहते हैं।

(३) ऐमिलोस को डाइमेथिल सल्फेट और कास्टिक क्षार के मिश्रण द्वारा अभिकृत करने पर ऐमिलोस के समस्त मुक्त हाइड्रॉक्सिल मूलकों के हाइड्रोजन परमाणु मेथिल समूह द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं और मेथिलीकृत ऐमिलोस बनता है। इस मेथिलीकृत ऐमिलोस को जल-विश्लेषित करने पर निम्न दो यौगिक प्राप्त होते हैं — २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस और २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस। ये दोनों प्रामाणिक यौगिक हैं और इनका आकार ज्ञात है। दोनों में ही आक्साइड वलय पाइरानोस (अर्थात् १ ५) रहता है।



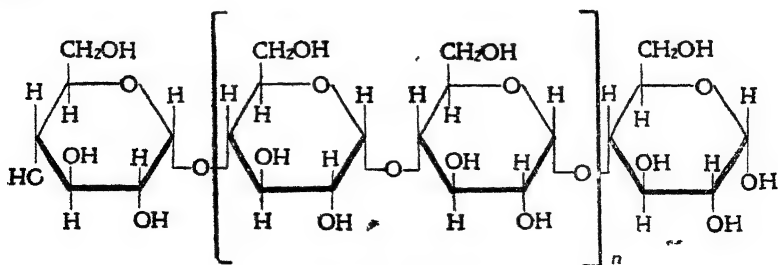
इन दोनों के अतिरिक्त अन्य कोई डाइमेथिल या मॉनोमेथिल ग्लूकोस नहीं प्राप्त होता। टेट्रामेथिल ग्लूकोस और ट्राइमेथिल ग्लूकोस किन मात्राओं में प्राप्त होते हैं यह भी ज्ञात किया गया है। टेट्रामेथिल ग्लूकोस की ०.३ प्रतिशत मात्रा प्राप्त होती है और ट्राइमेथिल ग्लूकोस की ९९.७ प्रतिशत।



इस प्रकार हम देखते हैं कि २.३.६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस मुख्य रूप से प्राप्त होता है। ऐमिलोस की जिन ग्लूकोस इकाइयों से ट्राइमेथिल ग्लूकोस बनता है उनमें २.३.६-स्थानों के हाइड्रॉक्सिल ही केवल मुक्त अवस्था में रहते हैं, अन्य कार्बनों के हाइड्रॉक्सिल मूलक अभिकृत हो चुके हैं और फलस्वरूप ये कार्बन अधिवासित हैं, अर्थात् इन ग्लूकोस इकाइयों में से प्रत्येक का पहला, चौथा और पाँचवाँ कार्बन अन्य प्रकार से बन्धित है। २.३.६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस के आकार से हमें यह ज्ञात है कि ५वाँ कार्बन पाइरानोस वलय द्वारा अधिवासित है। अतः स्पष्ट है कि ये ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर पहले ओर चौथे कार्बन परमाणुओं द्वारा बन्धित हैं। हमें ज्ञात है कि माल्टोस में एक ग्लूकोस इकाई का चौथा कार्बन दूसरी ग्लूकोस इकाई के पहले कार्बन से α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा संयोजित रहता है। हम ऊपर यह भी देख चुके हैं कि ऐमिलोस का डायस्टेस एंजाइम द्वारा जल-विश्लेषण होने पर केवल माल्टोस उत्पन्न होता है। अतः इससे यह

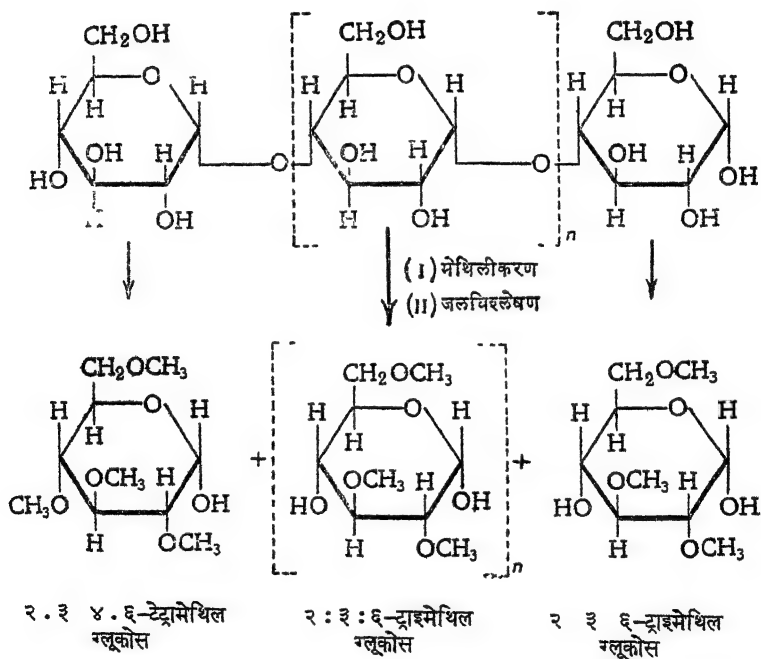
निष्कर्ष निकलता है कि ऐमिलोस में माल्टोस के समान ही ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर बन्धित रहती हैं। इस प्रकार यह सिद्ध हो जाता है कि ऐमिलोस में ग्लूकोस इकाइयाँ क्रम से C_1-C_4 बन्ध द्वारा बन्धित हैं, अर्थात् प्रत्येक ग्लूकोस का पहला कार्बन α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा बगल के ग्लूकोस के चौथे कार्बन से बन्धित है, और फिर इस बगल के ग्लूकोस का पहला कार्बन पहले की ही भाँति अपने बगल के ग्लूकोस के चौथे कार्बन से बन्धित है।^१ इस रीति से क्रमानुसार समस्त ग्लूकोस इकाइयाँ बन्धित हो कर एक लम्बा बड़ा अणु बनाती हैं।

(४) २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस भी, जैसा हमने ऊपर देखा, थोड़ी मात्रा में प्राप्त होता है। यह ऐमिलोस में उपस्थित केवल ऐसी ग्लूकोस इकाई से प्राप्त हो सकता है जिसमें २ ३ ४ ६-कार्बन के हाइड्रॉक्सिल मूलक मुक्त हैं। इस टेट्रा-मेथिल ग्लूकोस का आकार भी हमें ज्ञात है। इसमें पाँचवाँ कार्बन पाइरानोस वलय बनाने के कारण अधिवासित है। अतः इसमें केवल पहला कार्बन ही बचता है जिसके द्वारा यह इकाई बगल के दूसरे ग्लूकोस से बन्धित होगी। ऊपर के तथ्यों के आधार पर स्पष्ट है कि इस ग्लूकोस का पहला कार्बन α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा बगल के ग्लूकोस के चौथे कार्बन से बन्धित है। किन्तु इसका अपना चौथा कार्बन मुक्त अवस्था में है। तभी यह उपर्युक्त टेट्रामेथिल ग्लूकोस बना सकेगा। अतः यह ग्लूकोस इकाई ऐमिलोस श्रृंखला के एक सिरे पर होगी। इन सब बातों के आधार पर यह निश्चित हो जाता है कि ऐमिलोस में समस्त ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर C_1-C_4 बन्ध द्वारा सघनित हो कर एक लम्बी सीधी श्रृंखला बनाती है जिसके एक सिरे की ग्लूकोस इकाई केवल C_1 बन्ध द्वारा श्रृंखला से बन्धित है। स्वभावतः श्रृंखला के दूसरे सिरे की ग्लूकोस इकाई का चौथा कार्बन श्रृंखला से बन्धित होगा और C_1 सिरा मुक्त अवस्था में होगा। ऐसी सीधी श्रृंखला मान लेने पर ऐमिलोस का केवल निम्न आकार ही सम्भव हो सकता है।—



ऐमिलोस की संरचना

ऐसे अणु का मेथिलीकरण और फिर मेथिलीकृत यौगिक का जल-विश्लेषण करने पर बायी ओर के सिरे के ग्लूकोस से ही केवल २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस प्राप्त होगा। बीच की समस्त ग्लूकोस इकाइयों से २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस प्राप्त होगा। दाहिनी ओर के सिरे की ग्लूकोस इकाई भी २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस देगी, क्योंकि पहला कार्बन ग्लूकोसाइड कार्बन है और इससे सम्बन्धित मेथाक्सी समूह जल-विश्लेषित होने पर तुरन्त हाइड्रॉक्सिल मूलक द्वारा प्रतिस्थापित हो जायगा। अन्य कार्बन से बन्धित मेथाक्सी मूलक ईथर बन्ध बनाते हैं, इस कारण ये शीघ्र जल-विश्लेषित नहीं हो सकते। नीचे के समीकरण द्वारा इन सब का बनना स्पष्ट हो जायगा --



प्रयोगों द्वारा भी, जैसा ऊपर बतलाया जा चुका है, ऐमिलोस से केवल २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस और २ ३ ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस दो ही यौगिक प्राप्त होते हैं। अतः इससे भी ऊपर के सूत्र की पुष्टि होती है। प्रयोगों से हमें यह भी ज्ञात है कि २ . ३ : ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस की मात्रा २ : ३ ४ . ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस की तुलना में

बहुत अधिक होती है (१९ ७ ० ३)। यह तथ्य ऐमिलोस की एक लम्बी शृंखला होने की पुष्टि करता है।

यदि प्रयोग द्वारा २ ३ ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस और २ ३ ६-ट्राइ-मेथिल ग्लूकोस की प्रतिशत मात्राएँ जो ऐमिलोस से प्राप्त होती हैं हम ज्ञात कर लें तो हम ऐमिलोस का अणुभार गणना कर मालूम कर सकते हैं। ऐमिलोस का अणुभार ज्ञात करने की यह एक रासायनिक विधि है।

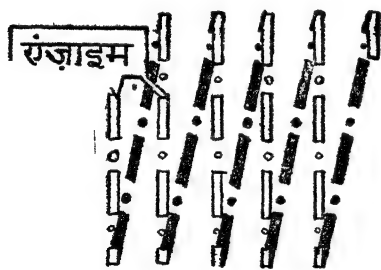
प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि लगभग ० ३ प्रतिशत टेट्रामेथिल ग्लूकोस ऐमिलोस के मेथिलीकरण और फिर मेथिलीकृत ऐमिलोस के जल-विश्लेषण से प्राप्त होता है। अतः गणना के अनुसार ऐमिलोस की शृंखला में ३०० ग्लूकोस इकाइयाँ होनी चाहिए। इसके आधार पर ऐमिलोस का अणुभार कम से कम ५४००० होना चाहिए। टेट्रामेथिल ग्लूकोस की इतनी कम मात्रा को बहुत ठीक-ठीक तोल कर ज्ञात कर सकना बहुत कठिन है और इस तोल में थोड़ी भी अशुद्धि होने से गणना द्वारा प्राप्त अणुभार में काफी अन्तर हो जायगा। अतः अणुभार का यह मान (अर्थात् ५४०००) निकटमान (approximate value) कहा जा सकता है। प्रयोगों से यह भी ज्ञात हुआ है कि विभिन्न स्रोतों से प्राप्त ऐमिलोस के अणुभारों में भी परस्पर एक दूसरे से अन्तर होता है। साधारणतः ऊपर की रासायनिक विधि द्वारा विभिन्न ऐमिलोसों की शृंखला में ४०० से १००० तक ग्लूकोस इकाइयाँ ज्ञात हुई हैं।

विभिन्न भौतिक विधियों (जैसे रसाकर्षण दाब तथा अति अपकेन्द्री विधि आदि) से भी ऐमिलोस का अणुभार ज्ञात किया गया है। भौतिक विधियों से प्राप्त अणुभार तथा ऊपर की रासायनिक विधि से प्राप्त अणुभार में विशेष अन्तर नहीं है। अतः इससे यह सिद्ध होता है कि जिस रासायनिक आकार को मान कर रासायनिक विधि द्वारा अणुभार निकाला गया है वह आकार ऐमिलोस का ठीक आकार है। इस प्रकार ऐमिलोस की संरचना का एक लम्बी शाखाहीन शृंखला होना जिसमें ग्लूकोपाइरानोस इकाइयाँ परस्पर C_1-C_4 α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा बन्धित हैं सिद्ध हो जाता है।^१ इस आकार की पुष्टि ऐमिलोस के निम्न दो गुणों द्वारा भी होती है —

ऐमिलोस ऐसीटेट से मजबूत लम्बे घागे तथा लचीली पतली फिल्म बनायी जा सकती हैं। मजबूत घागे (जो खिंचने पर शीघ्र न टूट सके), और मजबूत लचीली तथा नमनशील फिल्म उत्पन्न कर सकने का गुण केवल उन अणुओं में होता है जिनकी लम्बी शृंखला होती है। जब ऐमिलोस ऐसीटेट की फिल्मों को खींचा जाता है तो इनकी तननक्षमता (tensile strength) में वृद्धि होती है और ये द्विवर्तनशील हो जाती हैं। यह परिवर्तन इनके अणु के अभिविन्यास के फलस्वरूप होता है और इससे भी ऐमिलोस

ऐसीटेट के अणुओं की एक लम्बी शृंखला होना प्रदर्शित होता है। जिस समय यह फिल्म खिंच रही होती है उस समय इसका एक्स-रे विवर्तन चित्र (X-ray diffraction pattern) लेने पर यह स्पष्ट ज्ञात होता है कि फिल्म के अणु अमणिभीय अवस्था से मणिभीय अवस्था की ओर परिवर्तित हो रहे हैं। जब फिल्मों को लगभग ५०० प्रतिशत अंश तक खींचा जाता है तो इनका एक्स-रे चित्र प्रामाणिक तंतु के आकार का हो जाता है। विवर्तन चित्र में पृथक्-पृथक् बिन्दु उपस्थित रहते हैं जो यह व्यक्त करते हैं कि फिल्म के अणुओं में उसी प्रकार का नियमित अभिविन्यास है जैसा मणिभों में होता है। इन सब तथ्यों से भी ऐमिलोस अणु की एक लम्बी शृंखला होने की पुष्टि होती है।

ऐमिलोस का एक गुण यह भी है कि यदि इसका एक समाग जलीय विलयन बना कर रख दिया जाय तो यह विलयन धीरे-धीरे अपारदर्शक होने लगता है और कुछ समय बाद ऐमिलोस स्वयं ठोस रूप में अवक्षेपित हो कर पृथक् हो जाता है। इस गुण को, जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, पश्चगमन (retrogradation) कहते हैं। ऐमिलोस का यह गुण भी उसके अणु की एक लम्बी शृंखला होने का परिणाम है। इस प्रकार की लम्बी शृंखलाएँ समानान्तर प्रबन्धित हो कर परस्पर हाइड्रोजन बन्ध द्वारा समूह में एकत्रित रहती हैं। विलयन की अवस्था में यह समूह विच्छिन्न हो



चित्र ६—ऐमिलोस का सर्पिल आकार

जाता है और प्रत्येक अणु पृथक् हो जाता है। रखे रहने पर अणु फिर परस्पर एक दूसरे से हाइड्रोजन बन्ध द्वारा सम्बन्धित हो कर समूह बनाने लगते हैं और फलस्वरूप बड़े समूह के बनने से, जो अविलेय होते हैं, विलयन अपारदर्शक होता जाता है और अन्त में अवक्षेपित हो जाता है। केवल लम्बी शृंखलाओं में ही यह गुण होता है कि वे हाइड्रोजन बन्ध द्वारा

परस्पर सम्बन्धित हो कर बड़े समूह बनाती हैं; छोटी शृंखलाओं में यह गुण नहीं होता।

सैद्धान्तिक आधार पर यह सिद्ध किया गया है कि α -ग्लूकोस इकाइयों द्वारा समन्वित शृंखलाएँ निष्पीडनरहित षट्कोणीय आकार धारण कर सकती हैं और प्रत्येक इस षट्कोणीय आकार में ६ ग्लूकोस इकाइयाँ होंगी। इस आधार पर यह अनु-

मान लगाया गया है कि स्टार्च में ऐमिलोस अणु सर्पिल आकार के रूप में प्रबन्धित हैं, और इस सर्पिल की प्रत्येक कुडली (coil) में ६ ग्लूकोस इकाइयाँ रहती हैं और प्रत्येक कुडली की ग्लूकोस इकाइयों के आक्सिजन बन्ध एक दूसरे के निकट सर्पिल प्रबन्ध के कारण स्थित रहते हैं। एक विशेष एजाइम की क्रिया द्वारा स्टार्च विघटित हो कर एक ऐसे डेक्सट्रिन में परिणत हो जाता है जिसका प्रत्येक अणु ६ ग्लूकोस इकाइयों का बना होता है। स्टार्च से इस डेक्सट्रिन के बनने की क्रिया पर प्रकाश डालने के हेतु ही इस सर्पिल आकार की कल्पना की गयी है। ऐसा समझा जाता है कि एजाइम प्रत्येक कुडली के अन्त के स्थान पर, अर्थात् छठी और सातवीं ग्लूकोस इकाइयों के बीच में, स्टार्च-अणु पर आक्रमण करता है और क्रम से स्टार्च-अणु को इन्हीं स्थानों पर विच्छेदित कर देता है जिसके फलस्वरूप ६ ग्लूकोस इकाइयों का डेक्सट्रिन बनता है।

ऐमिलोपेक्टिन की संरचना (Structure of amylopectin)—(१) ऐमिलोपेक्टिन को तनु खनिज अम्लों द्वारा पूर्ण जल-विश्लेषित करने पर केवल ग्लूकोस प्राप्त होता है। अतः यह भी केवल ग्लूकोस अणुओं के परस्पर के सघनन से बना यौगिक है।

(२) डायस्टेस द्वारा किण्वित किये जाने पर यह विच्छेदित हो जाता है और ५० प्रतिशत माल्टोस उत्पन्न करता है और शेष एक डेक्सट्रिन उत्पन्न करता है। इस डेक्सट्रिन को नियन्त्रित रूप से जल-विश्लेषित करने पर पुनः माल्टोस प्राप्त होता है। अतः इससे यह स्पष्ट है कि ऐमिलोपेक्टिन में ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर उसी प्रकार सम्बन्धित हैं जिस प्रकार माल्टोस में, अर्थात् ये C_1-C_4 α -ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा संयोजित हैं।

(३) ऐमिलोपेक्टिन का मेथिलीकरण करने और फिर मेथिलीकृत यौगिक का जल-विश्लेषण करने पर निम्न यौगिक प्राप्त होते हैं —

- (i) २ : ३ : ४ ६-टेट्रामेथिल ग्लूकोस—४ से ५ प्रतिशत
- (ii) २ : ३ . ६-ट्राइमेथिल ग्लूकोस—८८ से ९० प्रतिशत
- (iii) २ . ३-डाइमेथिल ग्लूकोस—४ से ५ प्रतिशत

(४) यदि ऐमिलोस की भाँति ऐमिलोपेक्टिन के अणु का आकार भी एक लम्बी शाखाहीन शृंखला मान लिया जाय तो टेट्रामेथिल ग्लूकोस की प्रतिशत मात्रा के आधार पर गणना करने पर इसकी शृंखला की लम्बाई लगभग २०-२५ ग्लूकोस इकाइयाँ होती है। इसके अनुसार ऐमिलोपेक्टिन का अणुभार लगभग ४५०० होना चाहिए, किन्तु भौतिक विधियों (रसाकर्षण दाब, श्यानता मापन, अति अपकेन्द्री विधि आदि) द्वारा ऐमिलोपेक्टिन का अणुभार २०,००० से ६०,००,००० तक आता है।^{*} इससे स्पष्ट है कि ऐमिलोपेक्टिन इतना सरल एक शृंखला का अणु नहीं है जैसा टेट्रामेथिल ग्लूकोस की प्रतिशत मात्रा के आधार पर गणना द्वारा प्राप्त होता है। यदि हम यह मान

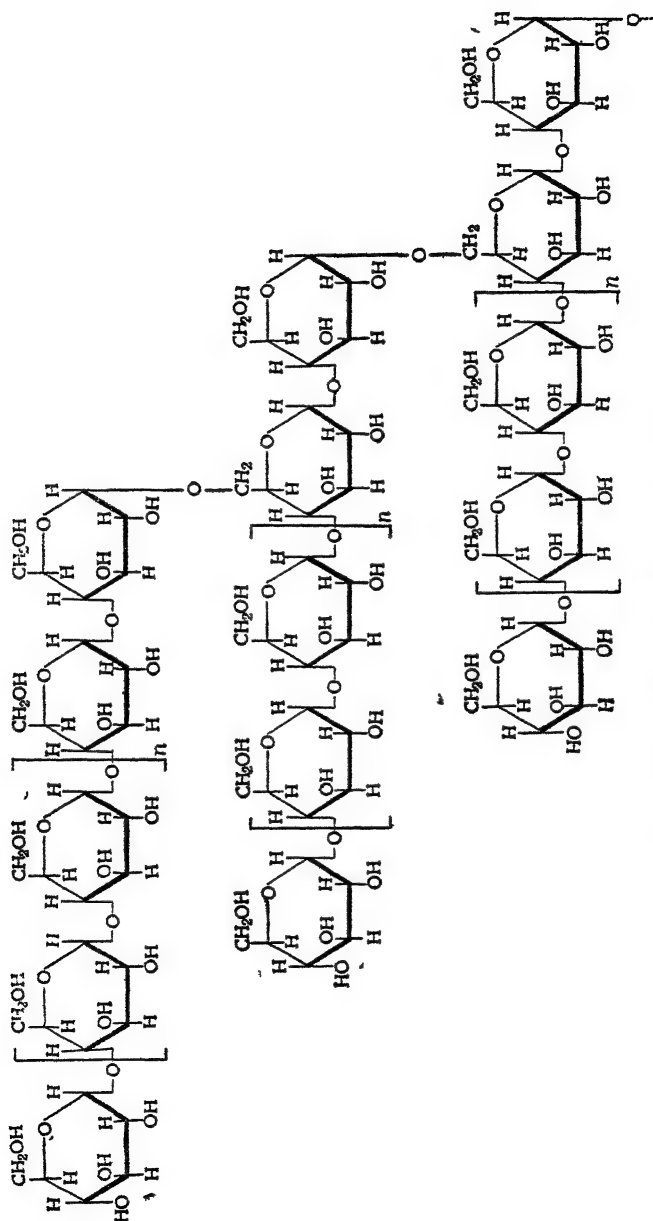
ले कि ऐमिलोपेक्टिन मे केवल एक शृखला नही है, वरन् अनेक शृखलाएँ है जो शाखाओ के रूप मे पार्श्वों मे प्रबन्धित है, तो टेट्रा मेथिल ग्लूकोस की प्रतिशत मात्रा के आधार पर गणना द्वारा प्राप्त मान तथा भौतिक विधियो द्वारा प्राप्त मान के अन्तर का कारण स्पष्ट हो जायगा। टेट्रा मेथिल ग्लूकोस के परिमाण की विधि से जो मान प्राप्त होता है वह ऐमिलोपेक्टिन की केवल एक शाखा की लम्बाई व्यक्त करता है, अर्थात् प्रत्येक शाखा मे लगभग २०-२५ ग्लूकोस इकाइयाँ है। ऊपर का निष्कर्ष निम्न तर्क से भी पुष्ट होता है।—

मेथिलीकृत ऐमिलोपेक्टिन के जल-विश्लेषण से २ ३-डाइमेथिल ग्लूकोस भी प्राप्त होता है।^१ इससे स्पष्ट है कि कुछ ग्लूकोस इकाइयाँ दूसरी ग्लूकोस इकाइयो से न केवल C_1-C_4 बन्ध द्वारा सयोजित है, वरन् C_1-C_6 बन्ध द्वारा भी बन्धित है, अर्थात् कुछ ग्लूकोस इकाइयो मे पहला, चौथा तथा छठा कार्बन अन्य ग्लूकोस इकाइयो से सयोग करने मे अधिवासित रहता है। पाँचवाँ कार्बन पाइरानोस वलय द्वारा अधिवासित रहता है। इस प्रकार इन ग्लूकोस इकाइयो मे केवल दूसरे तथा तीसरे कार्बन के हाइड्रॉक्सिल मूलक ही मुक्त अवस्था मे बच रहते है। ये ग्लूकोस इकाइयाँ २ ३-डाइमेथिल ग्लूकोस बनाती है। यदि हम यह मान ले कि जहाँ से पार्श्व मे किसी मुख्य शृखला से दूसरी शाखा निकलती है वहाँ की ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर C_1-C_6 -बन्ध द्वारा सम्बन्धित है तो ऊपर के समस्त तथ्यो का स्पष्टीकरण सरलता से हो जाता है।

हावर्थ और हर्स्ट^२ (Haworth and Hirst) के मत के अनुसार ऐमिलोपेक्टिन एक बहुशाखा-युक्त अणु है। इसकी प्रत्येक शाखा मे लगभग २४ ग्लूकोस इकाइयाँ है जो परस्पर C_1-C_4 बन्ध द्वारा सयोजित है। प्रत्येक शाखा के एक सिरे का पहला कार्बन बगल की दूसरी शाखा के छठे कार्बन से बन्धित है। इस प्रकार एक के बाद दूसरी शाखा पतं रूप मे प्रबन्धित रहती है। हावर्थ और हर्स्ट की इस कल्पना के अनुसार ऐमिलोपेक्टिन का आकार चित्र ७ के अनुसार लिखा जायगा।

हावर्थ और हर्स्ट द्वारा प्रस्तावित चित्र के आकार के अनुसार २ ३-डाइमेथिल ग्लूकोस तथा २ ३.४ ६-टेट्रा मेथिल ग्लूकोस की मात्राएँ लगभग समान प्राप्त होनी चाहिए। जैसा ऊपर बतलाया जा चुका है, प्रयोग से भी दोनो की लगभग समान मात्राएँ प्राप्त होती हैं। अतः इन तथ्यो से ऐमिलोपेक्टिन के आगे प्रदर्शित आकार की पुष्टि होती है।

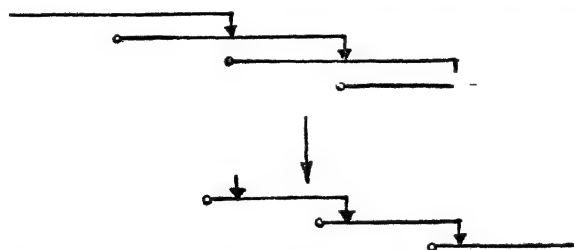
C_1-C_6 -ग्लूकोसाइड बन्ध के ऐमिलोपेक्टिन मे रहने का एक अन्य स्पष्ट प्रमाण भी कुछ समय पूर्व माटगुमरी, वीक्ले और हिल्बर्ट^३ (Montgomery, Weakley



चित्र ७—एंगिलोपेक्टिन (हावर्थ और हर्स्ट के अनुसार)

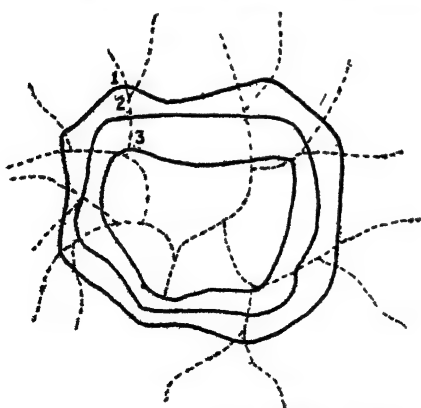
and Hilbert, 1949) ने अपने प्रयोगों द्वारा प्रस्तुत किया है। इन रसायनज्ञों ने ऐस्पेरजिलस ओराइजी (*Aspergillus oryzae*) नामक फफूंद से एक नया एंजाइम प्राप्त किया। इस एंजाइम द्वारा ऐमिलोपेक्टिन का इन्होंने किण्वन किया और इसके फलस्वरूप जो शर्कराएँ बनीं उन्हें पृथक् कर प्रत्येक का परीक्षण किया। इन शर्कराओं में ग्लूकोस और माल्टोस के अतिरिक्त एक नयी मणिभीय शर्करा प्राप्त हुई। यह शर्करा एक डाइ-सैकराइड थी जिसमें दो ग्लूकोस अणु C_1-C_6 ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा सघनित थे।

एंजाइमों द्वारा ऐमिलोपेक्टिन का जिस रीति से विघटन होता है उसके आधार पर ऐमिलोपेक्टिन का एक दूसरा रूप प्रस्तावित किया गया है। हमें प्रयोगों से यह



चित्र ८—ऐमिलोपेक्टिन का एंजाइमों द्वारा डेक्सट्रिन में विघटन

ज्ञात है कि β -ऐमिलेस की क्रिया द्वारा ऐमिलोपेक्टिन का पूर्ण विघटन एक साथ नहीं



चित्र ९—ऐमिलोपेक्टिन का बहुशाखी आकार

ऐमिलोपेक्टिन के लगभग अर्ध विघटन द्वारा उत्पन्न होता है। एक दूसरा एंजाइम

होता। इस एंजाइम की प्रथम क्रिया में लगभग ५० प्रतिशत माल्टोस बनता है और ५० प्रतिशत एक डेक्सट्रिन अवशेष के रूप में बच रहता है। रासायनिक विधि द्वारा परिमाणन करने पर यह ज्ञात हुआ है कि इस डेक्सट्रिन को मेथिलीकृत करने और फिर जल-विश्लेषित करने पर ऐमिलोपेक्टिन की अपेक्षा दुगुनी मात्रा में टेट्रामेथिल ग्लूकोस प्राप्त होता है।

इससे स्पष्ट है कि यह डेक्सट्रिन

α -ग्लूकोसाइडस इस डेक्सट्रिन का कुछ अधिक विघटन करने में सफल होता है और इस क्रिया के पश्चात् अब जो अपेक्षाकृत सरल डेक्सट्रिन प्राप्त होता है वह β -एमिलेस द्वारा जल-विश्लेषित किये जाने पर माल्टोस तथा एक अधिक सरल डेक्सट्रिन उत्पन्न करता है। इन क्रियाओं के प्रक्रम पर प्रकाश डालने की दृष्टि से एमिलोपेक्टिन को एक बहुशाखायुक्त आकार (ramified structure) प्रदान किया गया है जो चित्र ९ में प्रदर्शित किया गया है। इस आकार में १४- तथा १६- दोनों ही बन्ध उपस्थित माने जाते हैं। चित्र में बिन्दुओं द्वारा प्रदर्शित रेखाएँ एमिलोपेक्टिन अणु का एक भाग व्यक्त करती हैं। सख्या १ द्वारा इंगित रेखा β -एमिलेस के आरम्भ के आक्रमण की सीमा को व्यक्त करती है, सख्या २ द्वारा प्रदर्शित रेखा उन स्थानों को निर्देशित करती है जहाँ α -ग्लूकोसाइडस एजाइम अणु पर आक्रमण कर उसे विच्छेदित करता है और सख्या ३ द्वारा अंकित रेखा उन स्थानों को व्यक्त करती है जहाँ β -एमिलेस की अन्तिम विघटन क्रिया होती है। इस प्रकार इस बहुशाखायुक्त आकार द्वारा एजाइमों की विभिन्न पदों में होने वाली क्रिया की व्याख्या कुछ अग तक हो जाती है।

एमिलोस और एमिलोपेक्टिन की संरचना के सम्बन्ध में प्रकाशीय गुणों का प्रमाण—रुडिल और बैल्डविन (Rundle and Baldwin) ने स्टार्च विलयन के प्रकाशीय गुणों के आधार पर भी एमिलोस के अणु का एक सीधी लम्बी शृंखला होना और एमिलोपेक्टिन के अणु का एक बहुशाखायुक्त शृंखला होना सिद्ध किया है।

स्टार्च विलयन बहाव की द्विवर्णता (dichroism of flow) प्रदर्शित करता है। यदि कोई अणु शाखाहीन सीधी शृंखलाओं के रूप का है तो ये शृंखलाएँ पदार्थ के विलयन के बहने पर शाखायुक्त शृंखलाओं की अपेक्षा अधिक शीघ्रता से अपने को प्रबन्धित कर सकती हैं, और इस कारण सीधी शृंखलाओं के अणु शाखायुक्त शृंखलाओं की तुलना में अधिक द्विवर्णता प्रदर्शित करेंगे। रुडिल और बैल्डविन ने देखा कि तनु विलयन की अवस्था में भी एमिलोस पर्याप्त द्विवर्णता प्रदर्शित करता है किन्तु इसके विपरीत शुद्ध एमिलोपेक्टिन कोई भी द्विवर्णता नहीं प्रदर्शित करता। इससे यह अनुमान होता है कि एमिलोस एक शाखाहीन सीधी शृंखला का अणु है और एमिलोपेक्टिन एक बहुशाखायुक्त शृंखला का अणु है।

इस प्रकार ऊपर वर्णित तथ्यों और तर्कों के आधार पर यह निश्चित रूप से सिद्ध हो गया है कि एमिलोपेक्टिन अनेक शाखाओं से युक्त एक बड़ा अणु है। ये शाखाएँ किस प्रकार प्रबन्धित हैं, इसके सम्बन्ध में अभी कोई एक मत नहीं है। कुछ वैज्ञानिक हावर्थ और हर्स्ट द्वारा प्रस्तावित प्रबन्ध को ठीक मानते हैं, किन्तु कुछ अन्य वैज्ञानिक

दूसरे प्रकार के प्रबन्ध की कल्पना करते हैं। शाखाओं का प्रबन्ध कुछ भी हो, यह निश्चित रूप से सर्वमान्य है कि ऐमिलोपेक्टिन बहुशाखायुक्त एक बड़ा सकीर्ण अणु है। ऐमिलोपेक्टिन अणु का शाखायुक्त होना इससे भी सिद्ध हो जाता है कि यह ऐमिलोस की भांति मजबूत धागे तथा लचीली फिल्म नहीं बनाता। जैसा पहले बतलाया जा चुका है, मजबूत धागे तथा लचीली फिल्म बनाने का गुण केवल बिना शाखायुक्त लम्बी शृंखला-युक्त अणुओं में ही रहता है।

ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन का सस्लेषण भी प्रयोगशाला में अब किया जा चुका है। इस सस्लेषण की चर्चा अगले अध्याय में की गयी है। सस्लेषण सम्बन्धी अध्ययन से भी ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन की ऊपर प्रदर्शित रासायनिक संरचना की पुष्टि होती है।

निर्देश

- 1 W N Haworth, E. L. Hirst and J. T. Webb, J. Chem. Soc., 1928, 2681
2. W N Haworth, 'The Constitution of the Sugars', p. 94, Arnold, London, 1929
- 3,4 A. L. Potter and W. Z. Hassid, J. Amer. Chem. Soc., 1948, **70**, 3488, 3774
- 5 E. G. E. Hawkins, J. K. N. Jones and G. T. Young, J. Chem. Soc., 1940, 390
- 6 W N Haworth, E. L. Hirst and F. A. J. Sherwood, J. Chem. Soc., 1937, 577
- 7 Edna Montgomery, F. B. Weakley and G. E. Hilbert, J. Amer. Chem. Soc., 1949, **71**, 1682-1687
- 8 Meyer and Bernfeld, Helv. Chim. Acta, 1940, **23**, 875.
- 9 R. E. Rundle and R. R. Baldwin, J. Amer. Chem. Soc., 1943, **65**, 554

कार्बोहाइड्रेट पदार्थों का संश्लेषण

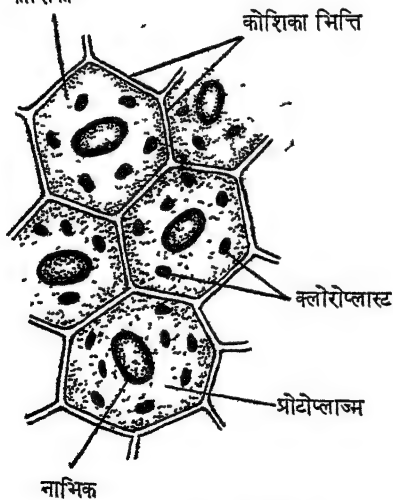
स्टार्च वनस्पति जगत् में व्यापक रूप से पाया जाता है और सेल्यूलोस के बाद वनस्पतियों में यह सब से अधिक मात्रा में पाया जाने वाला पदार्थ है। यह समस्त हरे पौधों में पाया जाता है और विशेष सगठित आकारों के कणों (granules) के रूप में वर्तमान रहता है। कलिकाओं के ऊपरी भाग तथा मूल और मूलिकाओं के निचले सिरो में स्टार्च साधारणतः नहीं रहता, किन्तु पौधों के अन्य सभी भागों में कुछ न कुछ मात्रा में वर्तमान रहता है। यह पौधों का सगृहीत भोजन पदार्थ है और विशेष रूप से बीजों, जैसे गेहूँ, चावल, मकई आदि के बीज, जड़ों तथा कंदों, जैसे आलू आदि में एकत्रित रहता है। जब पौधों में उनकी आवश्यकता से अधिक शर्करा बनती है तब यही अतिरिक्त शर्करा स्टार्च के रूप में परिणत हो कर सगृहीत रहती है। आवश्यकता होने पर यह सगृहीत स्टार्च पुनः शर्करा में परिणत हो कर पौधों के उपयोग में आता है। शर्करा को स्टार्च में बदलने तथा स्टार्च को पुनः शर्करा में परिवर्तित करने की क्रियाएँ विभिन्न एंजाइमों (enzymes) द्वारा होती हैं जो पौधों में मौजूद रहते हैं। एंजाइम उन पदार्थों को कहते हैं जो पौधों तथा जन्तुओं द्वारा रसित होते हैं और जिनमें विभिन्न कार्बनिक पदार्थों को धीमी गति से दूसरे पदार्थों में परिवर्तित करने का गुण होता है। ये सकीर्ण नाइट्रोजन-युक्त यौगिक होते हैं। प्रत्येक एंजाइम एक विशेष रासायनिक क्रिया करता है। ये एक प्रकार से उत्प्रेरक (catalyst) का कार्य करते हैं। साधारण रीति से स्टार्च पानी में अविलेय कणों के रूप में पौधों में रहता है किन्तु कुछ पौधों की कोशिकाओं के रस (sap) में यह प्रायः विलेय रूप में भी थोड़ी मात्रा में पाया जाता है। बीजों और कंदों में स्टार्च-कणों का सगठित आकार और रूप होता है। प्रत्येक पौधे के स्टार्च-कणों की नाप और उनका रूप पृथक् होता है। इन मुख्य अंगों के अतिरिक्त, जहाँ स्टार्च का सग्रह होता है, पौधों के अन्य अंगों में पाये जाने वाले स्टार्च-कण अपेक्षाकृत छोटे होते हैं और साथ ही उनका रूप भी निश्चित नहीं रहता। इससे स्पष्ट है कि ये कण अभी पूर्ण रूप से बन नहीं पाये हैं।

पौधों के प्रत्येक हरे भाग में स्टार्च का संश्लेषण कार्बन डाइ-ऑक्साइड तथा पानी

से सूर्य के प्रकाश में होता है। इस क्रिया में पौधे को वायु की कार्बन डाइ-आक्साइड से कार्बन प्राप्त होता है और वह उससे स्टार्च या अन्य कार्बनिक यौगिक संश्लेषित करता है। इस कारण इस क्रिया को कार्बन-स्वीकरण (carbon assimilation) कहते हैं। सरल कार्बन डाइ-आक्साइड से सकीर्ण स्टार्च तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट के बनने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा सूर्य के प्रकाश से प्राप्त होती है। इसी कारण कार्बन-स्वीकरण की क्रिया केवल सूर्य के प्रकाश में ही पौधों में होती है। इसी से इस क्रिया को प्रकाश-संश्लेषण (photosynthesis) भी कहते हैं। प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया मुख्य रूप से हरी पत्तियों में होती है। इसी से पत्तियों को पौधों के लिए भोजन पदार्थ तैयार करने की प्रयोगशाला कहते हैं।

पौधों की कोशिकाएँ (Plant Cells)

प्रत्येक जीव छोटे-छोटे कोशों से बना है जिनमें जीवन-पदार्थ भरा रहता है। इन कोशों को कोशिकाएँ (cells) कहते हैं। इनका आकार बहुत छोटा होता है और कोशिका



चित्र १०—पादप-कोशिकाएँ

कोशिका में होने वाली सभी जीवन-क्रियाएँ इसी के द्वारा संचालित तथा नियंत्रित होती हैं। प्रत्येक कोशिका के भीतर प्रोटोप्लाज्म में चारों ओर बिखरे नन्हे नन्हे गोल या बिंब के आकार के बहुत से कण भी रहते हैं। इन्हें प्लैस्टिड (plastids) कहते हैं।

इन्हें हम केवल सूक्ष्मदर्शी द्वारा ही देख सकते हैं। पौधे की कोशिका एक दीवार से घिरी रहती है जो सेल्यूलोस की बनी होती है। कोशिका के भीतर एक गाढ़ा रस-दार चिपचिपा स्वच्छ पदार्थ भरा रहता है। यह पदार्थ जीवद्रव्य या प्रोटोप्लाज्म (protoplasm) कहलाता है। प्रोटोप्लाज्म के बीच में एक अधिक घनी चीज़ रहती है जिसे नाभिक या न्यूक्लियस (nucleus) कहते हैं। यह भी प्रोटोप्लाज्म के पदार्थ का ही बना होता है। नाभिक कोशिका का सब से महत्वपूर्ण अंग है।

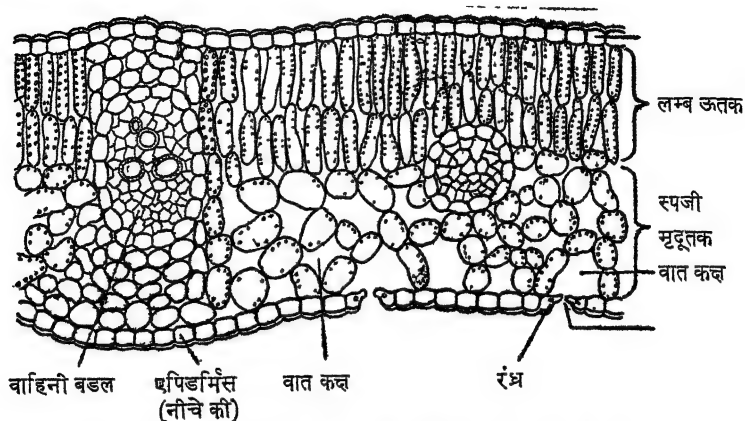
प्लैस्टिड का विशेष कार्य होता है और ये उन सभी कोशिकाओं में पाये जाते हैं जिन्हें विशेष प्रकार के कार्य करने होते हैं। प्लैस्टिड तीन प्रकार के होते हैं—**ल्यूकोप्लास्ट** (leucoplast), **क्लोरोप्लास्ट** (chloroplast) और **क्रोमोप्लास्ट** (chromoplast)। ल्यूकोप्लास्ट सफेद होते हैं और साधारण रीति से जमीन के भीतर रहने वाले तनों (जैसे आलू) में तथा पौधों के उन भागों में रहते हैं जहाँ प्रकाश नहीं पहुँच सकता। इनका मुख्य कार्य सरल शर्कराओं से स्टार्च का संश्लेषण करना तथा आवश्यकता पड़ने पर पुनः स्टार्च को ग्लूकोस में विच्छेदित करना है। जब विलेय कार्बोहाइड्रेट (शर्कराएँ आदि) उन कोशिकाओं में पहुँचते हैं जिनमें ल्यूकोप्लास्ट रहते हैं तो ये ल्यूकोप्लास्ट विलेय कार्बोहाइड्रेट से अविलेय स्टार्च का संगठन करते हैं, और यह स्टार्च जैसे-जैसे बनता है एक के बाद दूसरी पर्तों के रूप में जमता जाता है, और इस प्रकार स्टार्च के निश्चित रूप और आकार के कण बन जाते हैं। क्लोरोप्लास्ट हरे रंग के होते हैं। इनके भीतर क्लोरोफिल (chlorophyll) नामक हरा रंग होता है और इसी क्लोरोफिल के कारण पौधों का रंग हरा होता है। पौधों के समस्त हरे भागों की कोशिकाओं में ये रहते हैं। क्लोरोप्लास्ट ही पौधों की प्रयोगशाला है जहाँ वायु की कार्बन डाइ-आक्साइड से भोजन पदार्थ बनता है। इस प्रकार प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में इनका महत्त्व का स्थान है। यह देखा गया है कि यदि ल्यूकोप्लास्ट को सूर्य के प्रकाश तथा अन्य उपयुक्त वातावरण में रख दिया जाय तो वे क्लोरोफिल उत्पन्न करते हैं और क्लोरोप्लास्ट में परिवर्तित हो जाते हैं। इसमें क्लोरोप्लास्ट और ल्यूकोप्लास्ट का परस्पर का सम्बन्ध व्यक्त होता है।

क्रोमोप्लास्ट विभिन्न रंगों के होते हैं—लाल, नारंगी, पीले आदि। ये साधारणतः फूलों की रंगीन पखुडियों में पाये जाते हैं। प्रायः पौधों के अन्य रंगीन भागों में भी ये मिलते हैं, जैसे गाजर, चुकन्दर आदि। इनका काम फूलों को तथा जिन अंगों में ये रहते हैं उनको आकर्षक बनाना है।

पत्ती का आकार

जैसा पहले बतलाया जा चुका है, प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया मुख्य रूप से पौधों की हरी पत्तियों में होती है और इस क्रिया के फलस्वरूप पौधों में कार्बोहाइड्रेट पदार्थ बनते हैं। अतः प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया को भली-भाँति समझने के लिए पत्तियों के आन्तरिक आकार को जानना आवश्यक है। आगे एक सामान्य पत्ती के पत्रदल की अनुप्रस्थ काट (transverse section) का सूक्ष्मदर्शी द्वारा दिखलाई देने वाला चित्र दिया गया है।

पत्ती के पृष्ठ (dorsal) तथा अधर (ventral) दोनों तरफ कोशिकाओं की एक पक्ति होती है जिसमें क्यूटिकल (cuticle) जमा रहता है। इस पक्ति को बाह्य त्वचा या एपिडर्मिस (epidermis) कहते हैं। इसका मुख्य कार्य भीतर

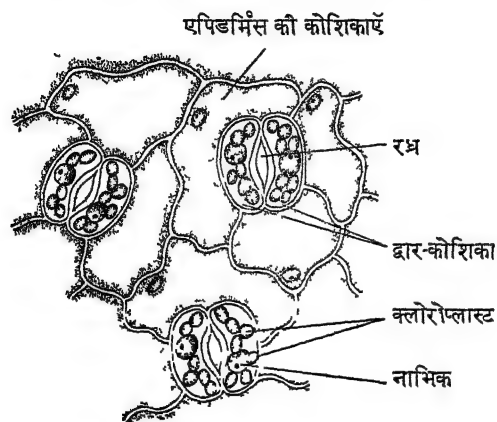


चित्र ११—आम की पत्ती के पत्रदल की अनुप्रस्थ काट

के कोमल ऊतकों की रक्षा करना है। क्यूटिकल के मौजूद रहने से पानी, धूप आदि से अन्दर के ऊतकों की रक्षा सरलता से हो जाती है। ऊपर तथा नीचे दोनों ओर की एपिडर्मिस के बीच की समस्त कोशिकाओं को पर्णमध्य या मेसोफिल (mesophyll) कहते हैं। ऊपर की (अर्थात् पृष्ठ की ओर की) एपिडर्मिस के ठीक नीचे पर्णमध्य में एक या दो पक्तियाँ लम्बी कोशिकाओं की होती हैं जिन्हें लम्ब ऊतक या पैलिसेड ऊतक (palisade tissue) कहते हैं। इसके नीचे फिर साधारण गोल कोशिकाओं की पक्तियाँ रहती हैं जिन्हें स्पजी मृदूतक या स्पजी पेरेंकाइमा (spongy parenchyma) कहते हैं। स्पजी मृदूतक में जगह जगह कुछ रिक्त स्थान रहते हैं जिनमें वायु भरी रहती है। इन स्थानों को वातकक्ष (air spaces) कहते हैं। लम्ब ऊतक और स्पजी मृदूतक की कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट-कण रहते हैं और इन्हीं कणों में प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया होती है। लम्ब ऊतक और स्पजी मृदूतक के बीच में वाहिनी बंडल (vascular bundles) रहते हैं। इनमें दो प्रकार के ऊतक रहते हैं—फ्लोएम (phloem) और दाह या जाइलम (xylem)। इन दोनों ऊतकों में रसों को एक स्थान से दूसरे स्थान में प्रवाहित करने के लिए नलियाँ होती हैं। फ्लोएम की नलियों द्वारा पत्ती से द्रव पदार्थ नीचे की ओर पौधे के अन्य अंगों में पहुँचता

है। जाइलम की नलियों द्वारा जड़ तथा तने की ओर से पानी तथा अन्य द्रव पदार्थ ऊपर पत्तियों तक पहुँचते हैं।

पत्रदल की निचली (अर्थात् अधर) सतह पर अगणित बहुत सूक्ष्म लम्बाकार रंध्र (stomata) रहते हैं। इन रंध्रों के मार्ग से ही बाहर से वायु तथा जल-वाष्प



चित्र १२—पौधे के रंध्र

पत्तियों के अन्दर पहुँचती है और पत्तियों के अन्दर की गैसें बाहर निकलती हैं। प्रत्येक रंध्र के दोनों पार्श्वों पर एक-एक अर्ध-चन्द्राकार कोशिका (semi-lunar cell) होती है जिसे द्वार-कोशिका (guard cells) कहते हैं। द्वार-कोशिकाओं की बनावट ऐसी रहती है कि जब वे फूलती हैं तब रंध्र खुल जाते हैं

और जब पिचकती हैं तब रंध्र बंद हो जाते हैं। इस प्रकार द्वार-कोशिकाओं द्वारा रंध्रों के खुलने और बन्द होने की क्रिया पर नियंत्रण रहता है। द्वार-कोशिकाओं द्वारा यह नियंत्रण उनमें वर्तमान स्टार्च और शर्करा के परस्पर के अनुपात के परिवर्तन से होता है। जब शर्करा की मात्रा द्वार-कोशिकाओं में अधिक बढ़ जाती है तब अन्दर एक तनाव उत्पन्न होता है जिससे रंध्र खुल जाते हैं, और जब शर्करा की मात्रा घट जाती है तब तनाव घट जाता है और रंध्र बंद हो जाते हैं। रंध्रों के इस नियंत्रण द्वारा प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया नियंत्रित मात्रा के अनुसार होती है।

इन रंध्रों के मार्ग से वायु तथा जल-वाष्प पत्तियों के भीतर लम्ब ऊँतक तथा स्पंजी मृदूतक में पहुँचती है। क्लोरोप्लास्ट-कण सूर्य-प्रकाश का शोषण करते हैं। प्रकाश ऊर्जा (energy) का एक रूप है। अतः इस प्रकार क्लोरोप्लास्ट द्वारा प्रकाश के रूप में पौधों को ऊर्जा प्राप्त होती है। यह शोषित ऊर्जा कार्बन डाइ-आक्साइड और पानी के बीच रासायनिक क्रिया कराती है जिसके फलस्वरूप कार्बोहाइड्रेट यौगिक बनते हैं। पौधों में यह शक्ति होती है कि प्रकाश की दशा के अनुसार वे अपने क्लोरोप्लास्ट-कणों को इस प्रकार प्रबन्धित करते हैं कि प्रकाश का शोषण आवश्यक

मात्रा में ही हो। प्रकाश की मात्रा के परिवर्तन के साथ क्लोरोप्लास्ट गति कर अपने को उपयुक्त स्थान में पहुँचाते हैं। साधारण प्रकाश में क्लोरोप्लास्ट कोशिकाओं की सामने की दीवार पर प्रबन्धित हो जाते हैं जिससे उनका अधिक भाग प्रकाश



[क, ग—साधारण प्रकाश में, जब प्रकाश दोनों ओर से आ रहा है (क्लोरोप्लास्ट प्रकाश के आने की दिशा में दीवारों के किनारे प्रबन्धित हैं।)

ख—रात्रि में (क्लोरोप्लास्ट अन्दर की ओर दीवारों के किनारे प्रबन्धित हैं।)

घ—तेज प्रकाश में (क्लोरोप्लास्ट प्रकाश के सामने की दिशा से हटकर बगल की दीवारों के किनारे प्रबन्धित हैं।)]

चित्र १३—क्लोरोप्लास्ट कणों का प्रकाश की दशा के अनुसार कोशिकाओं में प्रबन्ध

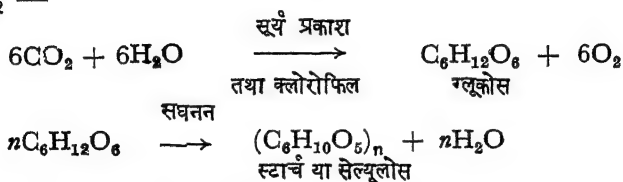
के सामने रहता है और वे अधिक मात्रा में प्रकाश का शोषण कर सकते हैं। तीव्र प्रकाश में क्लोरोप्लास्ट पार्श्व की दीवारों के नीचे अपने को प्रबन्धित कर लेते हैं जिससे वे प्रकाश-किरणों की दिशा के समानान्तर रहते हैं। इस स्थिति में प्रकाश का शोषण कम होता है। रात्रि के समय क्लोरोप्लास्ट या तो कोशिका के जीव-द्रव्य में चारों ओर बिखरे हुए होते हैं या कोशिका के भीतर की दीवार के किनारे अपने को प्रबन्धित कर लेते हैं।

प्रकाश-संश्लेषण

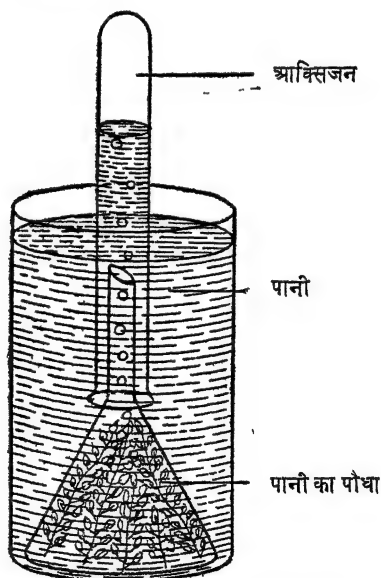
प्रकाश-संश्लेषण द्वारा स्टार्च का बनना सर्वप्रथम सन् १८६४ में सैक' (Sachs) ने देखा था। उसने पत्तियों के क्लोरोप्लास्ट में स्टार्च-कणों को प्रकाश-संश्लेषण के फलस्वरूप वृद्धि करते हुए देखा। किन्तु इस निरीक्षण से यह नहीं सिद्ध होता कि स्टार्च ही प्रकाश-संश्लेषण में बनने वाला प्राथमिक यौगिक (primary product) है। पौधों में जितने कार्बोहाइड्रेट पाये जाते हैं उनमें स्टार्च सब से सरलता से आयोडीन की अभिक्रिया द्वारा पहचाना जा सकता है। अतः यह कह सकना कि प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में प्रथम बनने वाला कार्बोहाइड्रेट स्टार्च है, ठीक नहीं है। केवल इतना ही कहा जा सकता है कि स्टार्च प्रकाश-संश्लेषण में बनने वाले पदार्थों में से एक पदार्थ है। कुछ ऐसे पौधे हैं जिनकी पत्तियों में तीव्र गति से प्रकाश-संश्लेषण होते समय भी 'कभी स्टार्च नहीं रहता। इन सब तथ्यों और निरीक्षणों के आधार पर यह निश्चित

सा ही ज्ञात होता है कि स्टार्च प्रकाश-संश्लेषण में बनने वाले पदार्थों में पहला पदार्थ नहीं है। अधिक लोगों का मत यह है कि प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में पहले सरल शर्करा (सम्भवतः ग्लूकोस) बनती है। जब यह शर्करा अधिक मात्रा में एकत्रित हो जाती है और पौधों की कोशिकाओं के उपयोग के बाद बच रहती है तब यही संचित हो कर फिर स्टार्च, सेल्यूलोस आदि अन्य कार्बोहाइड्रेट बनाती है। कार्बोहाइड्रेट का कुछ भाग खनिज लवणों से क्रिया कर प्रोटीन तथा वसा आदि भी बनाता है जो जन्तुओं की ही भाँति पौधों के लिए भी आवश्यक पदार्थ है।

प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया संक्षेप में निम्न समीकरणों द्वारा दिखलायी जा सकती है —



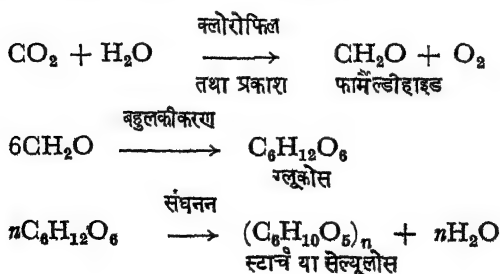
पहली क्रिया में कार्बन डाइ-आक्साइड पानी के हाइड्रोजन से क्रिया कर ग्लूकोस में परिणत हो जाती है और पानी का आक्सीजन मुक्त हो कर बाहर निकल जाता है। प्रयोगों से भी यह सिद्ध हुआ है कि कार्बन डाइ-आक्साइड के जितने आयतनों का प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में उपयोग होता है आक्सीजन के उतने ही आयतन मुक्त होते हैं। अतः पहले समीकरण द्वारा प्रदर्शित रासायनिक क्रिया बहुत अंश तक ठीक जान पड़ती है। यह सम्भव हो सकता है कि ग्लूकोस के अतिरिक्त अन्य सरल शर्कराएँ भी बनती हों। पहली क्रिया में बने ग्लूकोस का पौधे में परीक्षण करना संभव नहीं है, क्योंकि यह बनते ही संचित हो कर स्टार्च में परिणत हो जाता है। स्टार्च



चित्र १४—प्रकाश संश्लेषण में पौधा आक्सीजन निकालता है

स्थायी पदार्थ है और शीघ्र ही दूसरे यौगिक में परिणत नहीं होता। अतः प्रकाश-सश्लेषण की क्रिया में पौधों में स्टार्च का बनना सरलता से ज्ञात किया जा सकता है। प्रयोगों द्वारा यह निर्विवाद रूप से सिद्ध हो गया है कि प्रकाश-सश्लेषण में स्टार्च बनता है। इसके देखने की विधि बहुत सरल है। किसी पौधे की एक हरी पत्ती को तोड़ कर पानी में उबालने और फिर ऐलकोहल में छोड़ने से पत्ती का हरा रंग निकल जाता है और पत्ती सफेद हो जाती है। इस पत्ती पर एक बूंद पतले आयोडीन विलयन की डालने से यदि नीला रंग उत्पन्न हो तो ज्ञात हो जाता है कि पत्ती में स्टार्च है। प्रयोगों द्वारा यह भी सिद्ध हो गया है कि इस सश्लेषण के लिए क्लोरोफिल तथा सूर्य-प्रकाश का रहना आवश्यक है। अंधेरे में यह क्रिया नहीं होती और यदि पत्ती में हरा रंग नहीं रहता तो भी यह क्रिया नहीं होती। जैसा पहले बतलाया जा चुका है, क्लोरोफिल का काम प्रकाश का शोषण कर रासायनिक क्रिया को उत्प्रेरित करना है।

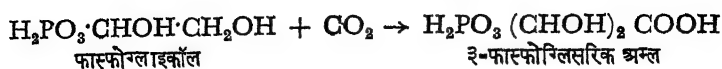
प्रक्रम—प्रकाश-सश्लेषण का क्या प्रक्रम (mechanism) है और इसमें क्या रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं, इस सम्बन्ध में रसायनज्ञों ने समय समय पर विभिन्न मत प्रस्तुत किये। सन् १८४० में जर्मनी के प्रसिद्ध कार्बनिक रसायनज्ञ लीबिग (Liebig) ने यह मत प्रकट किया कि कार्बन डाइ-आक्साइड से सर्वप्रथम कार्बनिक अम्ल बनते हैं और फिर ये अम्ल रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा शर्करा तथा स्टार्च आदि कार्बोहाइड्रेट में परिणत हो जाते हैं, किन्तु लीबिग के सह-योगी बायर (Baeyer) ने इस मत में थोड़ा सशोधन किया। उसने सुझाव रखा कि पहले कार्बन डाइ-आक्साइड और पानी की परस्पर अभिक्रिया होती है और फार्मैल्डीहाइड बनता है। यह फार्मैल्डीहाइड फिर बहुलकीकरण (polymerisation) की क्रिया द्वारा सरल शर्करा (जैसे ग्लूकोस) में परिणत हो जाता है। ये सरल शर्कराएँ फिर परस्पर संघनित हो कर अधिक सकीर्ण कार्बोहाइड्रेट, स्टार्च तथा सेल्यूलोस आदि उत्पन्न करती हैं। बायर के मत के अनुसार प्रकाश-सश्लेषण के प्रक्रम को निम्न समीकरणों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है—



ऊपर के समीकरणों से स्पष्ट है कि प्रकाश-संश्लेषण में कार्बन डाइ-आक्साइड की जितनी मात्रा उपयोग में आयगी उसी के तुल्य अनुपात में आक्सीजन निकलेगी। प्रयोगों द्वारा यद्यपि यह बात सत्य सिद्ध हुई है फिर भी वर्तमान समय में यह विश्वास नहीं किया जाता कि फार्मेल्लीहाइड मुक्त अवस्था में प्रकाश-संश्लेषण में बनता है क्योंकि यह पत्तियों के लिए एक तीव्र विष है। साथ ही यह भी असम्भव है कि स्टार्च ऐसे सकीर्ण यौगिक का संश्लेषण एकदम सीधे कार्बन डाइ-आक्साइड और पानी की अभिक्रिया से हो जाय।

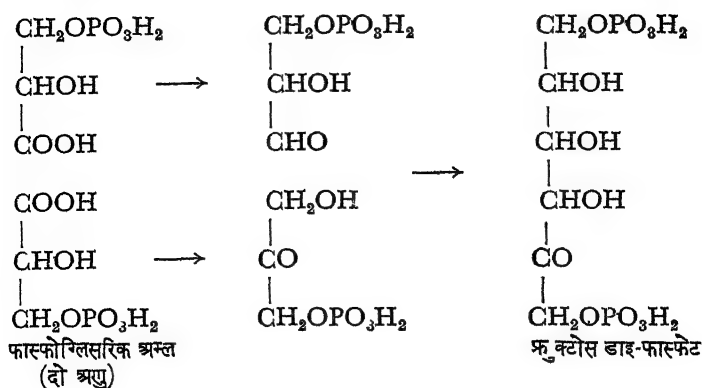
इधर रेडियोधर्मी तत्वों की खोज ने रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रक्रमों के अध्ययन करने की एक उत्तम विधि रसायनज्ञों को प्रदान की है। रेडियोधर्मी तत्वों का जब इस कार्य में उपयोग होता है तो इन्हें **अनुरेखित तत्व** (tracer elements) कहते हैं, क्योंकि रेडियोधर्मी गुणों के कारण ये तत्व शीघ्र पहचान लिये जाते हैं और इस कारण यह जाना जा सकता है कि रेडियोधर्मी तत्व का किसी अभिक्रिया में क्या मार्ग है। पिछले दस वर्षों में प्रकाश-संश्लेषण का विस्तृत अध्ययन रेडियोधर्मी कार्बन¹⁴ (C^{14}) की सहायता से किया गया है। कैल्विन और बेनसन (Calvin and Benson)¹⁻⁴ ने १९४९ और १९५१ के बीच में प्रकाश-संश्लेषण सम्बन्धी अनेक प्रयोग किये जिनमें रेडियोधर्मी कार्बन¹⁴ से बने कार्बन डाइ-आक्साइड ($C^{14}O_2$) का उपयोग किया। इन प्रयोगों के फलस्वरूप इन्होंने यह ज्ञात किया है कि अनुरेखित कार्बन मुख्य रूप से आरम्भ में ३-फास्फोग्लिसरिक अम्ल के रूप में संयोजित होता है। इसके साथ ही ३-फास्फोग्लिसरिक ऐल्डीहाइड की उपस्थिति भी इन्होंने सिद्ध की है। इन दोनों यौगिकों के अतिरिक्त अन्य कोई यौगिक इन्हें प्रकाश-संश्लेषण की आरम्भिक क्रिया में नहीं प्राप्त हुआ। कैल्विन और बेनसन के इन प्रेक्षणों की पुष्टि अमेरिका के रसायनज्ञ गैफ्रान, ब्राउन, फेगर और रोजेनबर्ग (Gaffron, Brown, Fager and Rosenberg)⁵⁻⁸ ने शिकागो में अपनी प्रयोगशाला में किये गये अपने प्रयोगों द्वारा की है। अतः अब यह निश्चित रूप से मान्य हो गया है कि ३-फास्फोग्लिसरिक अम्ल प्रथम यौगिक है जो प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में कार्बन डाइ-आक्साइड द्वारा संश्लेषित होता है। इस यौगिक में कार्बन डाइ-आक्साइड का कार्बन कार्बोक्सिल समूह के कार्बन के रूप में बन्धित रहता है।

प्रकाश-संश्लेषण में फास्फोग्लिसरिक अम्ल (PGA) के प्रथम यौगिक के रूप में उत्पन्न होने से यह सिद्ध होता है कि कोई दो कार्बन का यौगिक अवश्य पौधे में होगा जो कार्बन डाइ-आक्साइड-स्वीकारक (carbon dioxide acceptor) का काम करता होगा। यदि इस स्वीकरण में कोई अवकरण क्रिया साथ नहीं होती तो स्वीकारक यौगिक फास्फोग्लाइकॉल (phosphoglycol) होना चाहिए—



यदि कार्बोक्सिलीकरण के साथ साथ अवकरण भी होता होगा तो स्वीकारक फास्फोग्लाइकॉल ऐल्डीहाइड होगा। प्रयोगों से यह अभी निश्चित रूप से सिद्ध नहीं हो सका है कि कार्बन डाइ-आक्साइड-स्वीकारक कौन यौगिक है।

फास्फोग्लिसरिक अम्ल फिर ऐल्डोट्राइओस फास्फेट और कीटोट्राइओस फास्फेट में परिवर्तित हो जाता है। ऐल्डोट्राइओस फास्फेट और कीटोट्राइओस फास्फेट के एक-एक अणु फिर परस्पर सघनित होकर हेक्सोस शर्करा उत्पन्न करते हैं:—



प्रयोगों में यह देखा गया है कि जो हेक्सोस शर्करा बनती है उसमें तीसरा और चौथा कार्बन अनुरेखित कार्बन होता है। इससे ऊपर प्रदर्शित प्रक्रम की पुष्टि होती है।

हेक्सोस फास्फेट से फिर सघनन द्वारा सुक्रोस, स्टार्च आदि सकीर्ण कार्बोहाइड्रेट बनते हैं।

फास्फेट बन्ध का जीव-जगत् में बड़ा महत्त्व है। इस बन्ध के बनने में ऊर्जा का शोषण होता है। प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया में सूर्य-प्रकाश से पौधों को जो ऊर्जा प्राप्त होती है वह फास्फेट-बन्ध के रूप में संगृहीत होती है। इस बन्ध के विभ्रूललित होने पर यही संगृहीत ऊर्जा फिर मुक्त होती है और इसी के द्वारा पौधों की विभिन्न जीवन-क्रियाएँ सम्पादित होती हैं।

ऊपर के विवेचन से स्पष्ट हो गया होगा कि प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया का जीव-जगत् के लिए बहुत महत्त्व है। इस सार में हमें भोजन तथा ईंधन के रूप में जो कुछ भी ऊर्जा प्राप्त होती है वह पौधों द्वारा प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया के फलस्वरूप संगृहीत

सूर्य-प्रकाश की ऊर्जा है। लकड़ी, कोयला, पेट्रोल आदि जितने भी पदार्थों से हमे ऊर्जा प्राप्त होती है वह सब ऊर्जा प्रकाश-संश्लेषण के फलस्वरूप परोक्ष या अपरोक्ष रीति से सगृहीत सूर्य-प्रकाश की ऊर्जा ही है। सूर्य-प्रकाश का केवल एक प्रतिशत भाग ही पौधों द्वारा शोषित किया जा कर रासायनिक ऊर्जा के रूप में सगृहीत होता है, शेष ९९ प्रतिशत भाग विकिरित हो जाता है।

पौधों में स्टार्च तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट का सग्रह (Storage of starch and other carbohydrates in plants)—पौधों को अपने स्वसन के लिए तथा ऊतकों (tissues) को बनाने के लिए जिन आधारभूत पदार्थों की आवश्यकता होती है वे सब मुख्य रूप से पत्तियों में बनते हैं और यहाँ में विलेय रूप में फोलेम ऊतकों (phloem tissues) द्वारा पौधों के विभिन्न अंगों में पहुँचाये जाते हैं। इन पदार्थों का कुछ भाग तो वृद्धि कर रहे ऊतकों द्वारा तुरन्त उपयोग में आ जाता है और जो भाग उपयोग से बच जाता है वह अन्य अंगों में भेज दिया जाता है, जहाँ वह अविलेय रूप में परिवर्तित किया जा कर सगृहीत होता है। स्टार्च ऐसे ही सगृहीत भोजन द्रव्यों में से है और कार्बोहाइड्रेट के सगृहीत होने का मुख्य रूप है। पत्तियों में जो स्टार्च बनता है वह केवल अस्थायी सग्रह है। स्थायी रूप से स्टार्च को सगृहीत करने का काम मुख्य रूप से ल्यूकोप्लास्ट करते हैं।

पत्तियों में संचयित हुआ कार्बोहाइड्रेट अन्य अंगों में विलेय शर्करा के रूप में भेजा जाता है। इन विलेय शर्कराओं में ग्लूकोस, फ्रुक्टोस और सुक्रोस हैं। स्वसन में ग्लूकोस तथा अन्य हेक्सोस शर्कराओं का ही उपयोग होता है। यह विचित्र बात है कि ग्लूकोस पौधों में अकेला कभी नहीं पाया जाता। यह जब भी पौधों के किसी अंग में मिलता है, इसके साथ वहाँ फ्रुक्टोस भी तुल्य मात्रा में रहता है। इससे यह प्रतीत होता है कि ग्लूकोस और फ्रुक्टोस दोनों का ही कार्बोहाइड्रेट के उपापचय (metabolism) में महत्वपूर्ण स्थान है। कुछ पौधों में यह देखा गया है कि उनमें स्टार्च अस्थायी सग्रह में नहीं रहता और सुक्रोस अस्थायी सग्रह के रूप में बनता है। डेविस, डैश और सायर (Davis, Daish and Sawyer) ने अपने प्रयोगों द्वारा यह प्रदर्शित किया है कि आलू की आरम्भिक वृद्धि की अवस्था में जब कन्द (tubers) बनना आरम्भ करते हैं तब पत्तियों में कोई स्टार्च नहीं बनता। इसके स्थान में मुख्य कार्बोहाइड्रेट सुक्रोस रहता है। इसकी मात्रा प्रातःकाल से तीसरे पहर तक बढ़ती है। इसके बाद स्टार्च बनता है और सन्ध्या तक इसकी अधिकतम मात्रा बन जाती है।

अन्य बहुत-से पौधों, जैसे चुकन्दर, गाजर आदि, में स्थायी रूप से भी सगृहीत किया गया कार्बोहाइड्रेट सुक्रोस है, स्टार्च नहीं। कुछ वनस्पति-विज्ञानवेत्ताओं ने यह ज्ञात

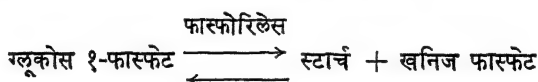
किया है कि कपास के पौधे में पत्तियों से अन्य अंगों में सुक्रोस के रूप में कार्बोहाइड्रेट भेजा जाता है। इन तथ्यों से यह ज्ञात होता है कि पौधों के उपापचय में ग्लूकोस, फ्रुक्टोस, सुक्रोस और स्टार्च सब का ही महत्वपूर्ण स्थान है।

स्टार्च का सश्लेषण (Synthesis of starch)—स्टार्च पौधों में किस प्रकार सश्लेषित होता है इसका कुछ वर्षों पूर्व तक कुछ भी पता नहीं था और यह अनुमान किया जाता था कि स्टार्च के जल-विश्लेषण में जो अभिक्रियाएँ होती हैं उन्हीं की ठीक उलटी अभिक्रियाओं द्वारा सश्लेषण होता होगा, किन्तु सश्लेषित करने वाले किसी एंजाइम की खोज के प्रयत्न सफल नहीं हो सके थे। बाहर प्रयोगशाला में स्टार्च का एंजाइमों द्वारा माल्टोस में और माल्टोस का ग्लूकोस में जल-विश्लेषण ऐसी क्रियाएँ हैं जो केवल एक ही दिशा की ओर होती हैं और विपरीत ओर नहीं होती, अर्थात् ये अभिक्रियाएँ अनुत्क्रमणीय (irreversible) हैं। सन् १९३० में निशीम्युरा^१ (Nishimura) ने यीस्ट से एक एंजाइम प्राप्त किया जिसका नाम ऐमिलोसिनथियेस (amylsynthase) रखा। उसने देखा कि यह एंजाइम ऐसे डेक्सट्रिन को, जो आयोडीन से कोई रंग नहीं देता, एक ऐसे पदार्थ में परिणत कर देता है जो आयोडीन के साथ नीला रंग देता है। इससे अनुमान किया गया कि यह एंजाइम डेक्सट्रिन को ऐमिलोस में सश्लेषित करता है। सन् १९३२ में टी० मिनागावा^२ (T. Minagawa) ने इस सम्बन्ध में अपनी विस्तृत खोज की और यह सिद्ध किया कि ऐमिलोसिनथियेस α - और β -ऐमिलेस से भिन्न एंजाइम है। उसने अपने प्रयोगों के फलस्वरूप यह निष्कर्ष निकाला कि ऐमिलेस और ऐमिलोसिनथियेस दोनों पौधों में सम्मिलित रूप से ज़ाइमोजेन्स (zymogens) के रूप में रहते हैं। विभिन्न खनिज लवणों के जलीय विलयनों द्वारा ज़ाइमोजेन्स को पृथक् किया जा सकता है। मिनागावा ने यह भी प्रदर्शित किया कि ऐमिलोसिनथियेस पौधों में व्यापक रूप से रहता है। उसने इसे आलू तथा अन्य कन्दों तथा चावल, मकई, गेहूँ आदि के बीजों से प्राप्त किया। इधर कुछ वर्षों पूर्व की गयी अपनी नवीन खोजों द्वारा कोबायाशी और मारुओ (Kobayashi and Maruo, १९५६) ने यह सिद्ध किया है कि ऐमिलोसिनथियेस सश्लेषण करनेवाला एंजाइम नहीं है, वरन् शाखाओं के बन्धों को विच्छेदित कर इन्हें पृथक् करने वाला एंजाइम है। अतः इस कारण अब इसका नाम आइसोऐमिलेस (isoamylase) रखा गया है।

जैसा ऊपर बतलाया जा चुका है, आरम्भ में यह अनुमान किया गया था कि एंजाइम द्वारा स्टार्च के जल-विश्लेषण में जो जो अभिक्रियाएँ होती हैं सम्भवतः स्टार्च के सश्लेषण में वेही अभिक्रियाएँ उलटी दिशा में होती होंगी, किन्तु सश्लेषण के सम्बन्ध में दूसरे प्रकार के तथ्यों के मालूम होने पर इस विचार को छोड़ना पड़ा। ये तथ्य

सर्वप्रथम जन्तु-शरीर में ग्लाइकोजेन (glycogen, animal starch) के संश्लेषण सम्बन्धी सी० एफ० कोरी और उनके सहयोगियो (C F Cori & colleagues)¹¹ के कार्य के फलस्वरूप ज्ञात हुए। कोरी और उनके सहयोगियो ने निश्चित रूप से यह ज्ञात किया कि ग्लाइकोजेन के संश्लेषण तथा विघटन में मुक्त ग्लूकोस या मुक्त माल्टोस शर्कराएँ भाग नहीं लेती, वरन् ग्लूकोस, १-फास्फोरिक एस्टर अणु भाग लेते हैं। इन्होंने एक नया एंजाइम जन्तुओं के पेशीय ऊतकों से शुद्ध मणिभीय रूप में प्राप्त किया। इसका नाम फास्फोरिलेस (phosphorylase) रखा। इन्होंने देखा कि यह एंजाइम ग्लूकोस १-फास्फोरिक एस्टर से ग्लाइकोजेन संश्लेषित करता है और ग्लाइकोजेन को ग्लूकोस १-फास्फोरिक एस्टर में विच्छेदित भी करता है, अर्थात् इस एंजाइम की अभिक्रिया उत्क्रमणीय होती है।¹²

सन् १९४० में हैज¹³ (Hanes) ने ऊँचे पौधों में भी फास्फोरिलेस एंजाइम का रहना प्रदर्शित किया। उसने आलू के रस से इस एंजाइम को प्राप्त किया और इसे पी-एंजाइम (P-एंजाइम) नाम दिया। हैज ने देखा कि इस एंजाइम में ग्लूकोस १-फास्फेट को स्टार्च में परिणत करने का गुण है और यह अभिक्रिया उत्क्रमणीय है, अर्थात् फास्फेट की उपस्थिति में यह एंजाइम स्टार्च का विघटन भी ग्लूकोस १-फास्फेट में कर देता है।—



उसने यह भी देखा कि इस प्रकार इस एंजाइम द्वारा संश्लेषित स्टार्च प्राकृतिक ऐमिलोस से बहुत-से गुणों में समानता प्रदर्शित करता है। उदाहरणार्थ, यह आयोडीन के साथ गहरा नीला रंग उत्पन्न करता है, इसके जलीय विलयन में पश्चगमन का गुण होता है और डायस्टेस की क्रिया द्वारा यह पूर्ण रूप से माल्टोस में परिणत हो जाता है। केवल इस संश्लेषित ऐमिलोस में और प्राकृतिक स्टार्च के ऐमिलोस में इतना ही अन्तर है कि संश्लेषित ऐमिलोस की शृंखला की लम्बाई प्राकृतिक ऐमिलोस से कम होती है (लगभग ८०-९० ग्लूकोस अणु)।

प्राकृतिक स्टार्च में ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन दोनों ही अवयव रहते हैं और साधारणतः ऐमिलोपेक्टिन की प्रतिशत मात्रा ७० से अधिक होती है। इस प्रकार हम देखते हैं कि पौधों की कोशिकाओं के भीतर जो संश्लेषण क्रियाएँ होती हैं उनमें पूर्ण स्टार्च बनता है, अर्थात् ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन दोनों ही साथ बनते हैं, किन्तु फास्फोरिलेस एंजाइम जब बाहर ग्लूकोस १-फास्फेट पर क्रिया करता है तो पूर्ण स्टार्च नहीं बनता, केवल ऐमिलोस बनता है। इससे जीव-रसायनज्ञों (biochemists)

ने यह स्वाभाविक निष्कर्ष निकाला कि जिस एजाइम समूह द्वारा ग्लूकोस १-फास्फेट से पूर्ण स्टार्च जीवित पौधों के भीतर सश्लेषित होता है उसका फास्फोरिलेस एजाइम केवल एक अवयव मात्र है। जीवित पौधों में इस एजाइम के साथ कोई दूसरा एजाइम भी अवश्य होगा जो सीधी शृखलाओं को परस्पर पार्श्व में संयुक्त कर बहुशाखायुक्त ऐमिलोपेक्टिन बनाता है।

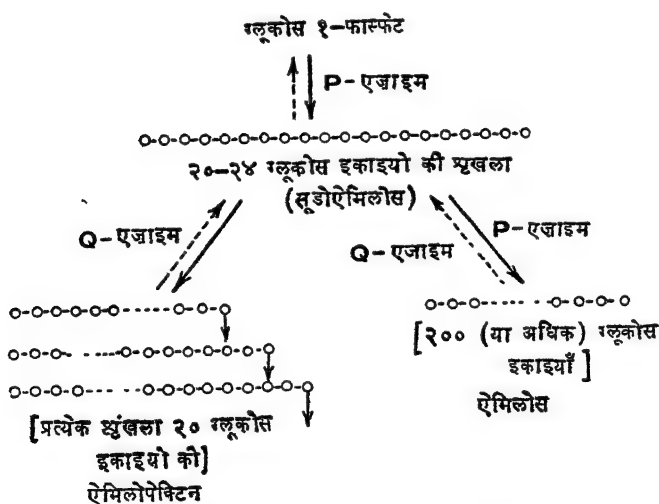
जैसा हम स्टार्च के आकार में देख चुके हैं, ऐमिलोपेक्टिन में प्रत्येक शृखला में ग्लूकोस इकाइयाँ परस्पर α -१ ४-ग्लूकोसाइड बन्धों द्वारा सम्बन्धित रहती हैं और प्रत्येक शृखला दूसरी शृखला से α -१ ६-ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा जुड़ी रहती है। इस प्रकार १ - ६ बन्धों द्वारा शृखलाओं के परस्पर जुड़ने के कारण ही ऐमिलोपेक्टिन अणु बहुशाखायुक्त हो जाता है। ऐमिलोस में ग्लूकोस इकाइयाँ केवल α -१ ४ बन्धों द्वारा ही सम्बन्धित रहती हैं, अतः यह एक सीधी शृखला का अणु होता है। फास्फोरिलेस एजाइम की क्रिया से यह स्पष्ट है कि इसमें केवल α -१ ४ बन्धों द्वारा ग्लूकोस इकाइयों को संयोजित करने का गुण है और α -१ ६ बन्धों द्वारा शृखलाओं को जोड़ने का गुण नहीं है। इस कारण यह केवल ऐमिलोस ही सश्लेषित करता है।

α -१ ६ बन्ध स्थापित करनेवाला एक दूसरा एजाइम सन् १९४४ में आलू के रस से ही प्राप्त किया गया, जिसे Q-एजाइम नाम दिया गया।^{१४} पीट^{१५} (Peat) सन् १९४५ में Q-एजाइम और P-एजाइम की सम्मिलित क्रिया द्वारा ग्लूकोस १-फास्फेट से ऐमिलोपेक्टिन सश्लेषित करने में सफल हुए। यह ऐमिलोपेक्टिन बहुत से गुणों में प्राकृतिक ऐमिलोपेक्टिन के समान था।

अब यह निश्चित रूप से ज्ञात हो गया है कि P-एजाइम में ग्लूकोस १-फास्फेट के अणुओं को परस्पर α -C₁-C₄ ग्लूकोसाइड बन्ध द्वारा संघनित करने का गुण होता है और इस कारण जब यह एजाइम अकेला ग्लूकोस १-फास्फेट पर क्रिया करता है तो सब ग्लूकोस इकाइयाँ C₁-C₄ बन्ध द्वारा संघनित हो जाती हैं और एक लम्बी ऐमिलोस शृखला उत्पन्न होती है। Q-एजाइम में α -C₁-C₆ बन्ध द्वारा ग्लूकोस १-फास्फेट अणुओं को संघनित करने का गुण होता है। अतः जब P- और Q- दोनों एजाइमों का मिश्रण ग्लूकोस १-फास्फेट पर क्रिया करता है तो पहले P-एजाइम के प्रभाव से C₁-C₄ बन्ध द्वारा ग्लूकोस इकाइयाँ संघनित होती हैं और जब २० या २४ ग्लूकोस इकाइयाँ इस प्रकार संयोजित हो चुकती हैं तो P-एजाइम का कार्य रुक जाता है। अब Q-एजाइम क्रिया करना आरम्भ करता है और २०-२४ ग्लूकोस इकाइयों की शृखलाओं को परस्पर C₁-C₆ बन्ध द्वारा संयोजित करता है जिसके फलस्वरूप ऐमिलोपेक्टिन का एक बड़ा शाखायुक्त अणु बन जाता है। यदि P-एजाइम अकेला ही रहता

है तो C_1-C_4 बन्ध द्वारा ग्लूकोस इकाइयो को एक दूसरे से सघनित करने की इसकी क्रिया २०-२४ ग्लूकोस इकाइयो के सघनित हो जाने के बाद रकती नहीं, किन्तु बराबर होती रहती है और फलस्वरूप बहुत-सी ग्लूकोस इकाइयाँ एक लम्बी शृंखला के रूप में C_1-C_4 बन्ध द्वारा सघनित हो जाती है और ऐमिलोस प्राप्त होता है। किन्तु Q-एजाइम जब अकेला रहता है तो ग्लूकोस १-फास्फेट पर कोई क्रिया नहीं करता। यह केवल २०-२४ ग्लूकोस इकाइयो की शृंखलाओं के बन जाने के बाद ही उन्हें परस्पर C_1-C_6 बन्ध द्वारा संयोजित करने की शक्ति रखता है।

प्रयोगों से यह भी ज्ञात हुआ है कि जब Q-एजाइम ऐमिलोस पर क्रिया करता है तो भी ऐमिलोपेक्टिन बनता है। ऐमिलोपेक्टिन में प्रत्येक शृंखला की लम्बाई २०-२४ ग्लूकोस इकाइयाँ होती है। अतः इससे यह सिद्ध होता है कि Q-एजाइम ऐमिलोस की लम्बी शृंखला को पहले विघटित कर २०-२४ ग्लूकोस इकाइयो की सरल शृंखलाएँ उत्पन्न करता है और फिर इन सरल शृंखलाओं को परस्पर $\alpha-1,6$ बन्ध द्वारा संयोजित करता है। २०-२४ ग्लूकोस इकाइयो के सरल शृंखला पदार्थ को सूडो-



चित्र १५—स्टार्च के संश्लेषण का मानचित्र

ऐमिलोस (Pseudoamylose) नाम दिया गया है। इस प्रकार Q-एजाइम संश्लेषण तथा विघटन दोनों ही कार्य करता है।

नवीन प्रयोगों द्वारा यह भी ज्ञात हुआ है कि शुद्ध फास्फोरिलेस एजाइम Q-एजाइम

की अनुपस्थिति में ऐमिलोपेक्टिन को ग्लूकोस १-फास्फेट में जल-विश्लेषित कर देता है, यद्यपि यह जल-विश्लेषण पूर्ण नहीं होता (E. J. Bourne, D. A. Sitch and S. Peat, १९४९)। इस प्रकार हम देखते हैं कि पौधों के भीतर स्टार्च का जल-विश्लेषण दो प्रकार की एजाइम प्रणाली द्वारा होता है और दोनों में परस्पर भिन्नता है। एक जल-विश्लेषण में ग्लूकोस १-फास्फेट बनता है और यह अभिक्रिया उत्क्रमणीय है, अर्थात् ग्लूकोस १-फास्फेट से पुनः सश्लेषित हो कर स्टार्च बनता है। दूसरे जल-विश्लेषण में (ऐमिलेस एजाइम द्वारा) मुक्त शर्करा बनती है और यह अभिक्रिया उत्क्रमणीय नहीं होती।

ऐमिलोस और ऐमिलोपेक्टिन का सश्लेषण पिछले पृष्ठ पर दिये गये मानचित्र द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

स्टार्च के संश्लेषण में पालीसैकराइड सक्रियकारक (Polysaccharide activators in starch synthesis)—यह देखा गया है कि यदि पूर्ण शुद्ध फास्फोरिलेस एजाइम एकदम शुद्ध ग्लूकोस १-फास्फेट में डाला जाता है तो सश्लेषण क्रिया नहीं आरम्भ होती। ग्लूकोस १-फास्फेट में थोड़ी मात्रा में ऐमिलोस, ऐमिलोपेक्टिन, डेक्सट्रिन या ग्लाइकोजेन का रहना सश्लेषण क्रिया को आरम्भ करने के लिए आवश्यक है। ये पालीसैकराइड इस सश्लेषण में सक्रियकारक का कार्य करते हैं।

ऐसा विश्वास किया जाता है कि इस सश्लेषण में पहले से उपस्थित किसी पाली-सैकराइड शृंखला की लम्बाई ग्लूकोस १-फास्फेट द्वारा अधिक होती जाती है। ग्लूकोस १-फास्फेट उपस्थित पालीसैकराइड शृंखला के उस सिरे से क्रिया करता है जो अवकारकहीन (non-reducing) है और इस प्रकार शृंखला लम्बी होती जाती है —

ग्लूकोस १-फास्फेट + सक्रियकारक शृंखला

—→ पालीसैकराइड शृंखला + खनिज फास्फेट

यदि ऊपर का विचार ठीक है तो यह स्पष्ट है कि सक्रियकारक का पूरा अणु सश्लेषण-क्रिया में भाग नहीं लेता, केवल इसका अवकारकहीन सिरा ही भाग लेता है। अतः जिस पालीसैकराइड अणु में जितनी अधिक सख्या में ऐसे खुले सिरे रहेंगे उतना ही अधिक वह सश्लेषण की गति को तीव्र करेगा। प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि समान भार लेने पर ऐमिलोपेक्टिन की सक्रियकारकता ऐमिलोस की अपेक्षा अधिक होती है, क्योंकि ऐमिलोपेक्टिन में अवकारकहीन सिरों की सख्या ऐमिलोस से बहुत अधिक होती है। अतः यह सिद्ध हो जाता है कि पालीसैकराइड की सक्रियकारकता उसके अवकारकहीन सिरों की सख्या पर मुख्य रूप से निर्भर करती है।

ऐमिलोस को जल-विश्लेषित करने पर इसके एक अणु से कई सरल अणु बन जाते हैं, और फलस्वरूप इसके खुले अवकारकहीन सिरों की संख्या बढ़ जाती है। अतः यदि सक्रियकारक के रूप में उपयोग होते समय ऐमिलोस को आशिक रूप में जल-विश्लेषित कर दिया जाय तो इसकी सक्रियकारकता में वृद्धि हो जायगी। प्रयोगों से यह सिद्ध हुआ है कि ऐमिलोस की सक्रियकारकता इसके जल-विश्लेषित होने के अनुपात में एक सीमा तक बढ़ती है और फिर उसके बाद ऐमिलोस को अधिक जल-विश्लेषित करने पर सक्रियकारकता घटती जाती है और जब यह पूर्ण रूप से ग्लूकोस में जल-विश्लेषित हो जाता है तो इसकी सक्रियकारकता समाप्त हो जाती है। कोरी (Cori) ने ज्ञात किया है कि ऐमिलोस की सक्रियकारकता उस समय अधिकतम होती है जब इसका लगभग ३० प्रतिशत जल विश्लेषित हो चुकता है। इस अवस्था में ऐमिलोस के जल-विश्लेषण से जो सरल अणु बनते हैं उनमें प्रत्येक में लगभग ५-६ ग्लूकोस इकाइयाँ होती हैं।

नवीन खोजों से यह ज्ञात हुआ है कि कम से कम ३ ग्लूकोस इकाइयों का कार्बो-हाइड्रेट फास्फोरिलेस की संश्लेषण क्रिया में सक्रियकारक के रूप में आवश्यक है। माल्टोट्राइओस शुद्ध रूप में प्राप्त किया गया है और यह देखा गया है कि इसकी उपस्थिति में फास्फोरिलेस एजाइम ग्लूकोस १-फास्फेट को ऐमिलोस में संश्लेषित कर देता है।

पौधों में स्टार्च और सुक्रोस का पारस्परिक सम्बन्ध (Inter-relationship of starch and sucrose in plants)—जैसा पहले बतलाया जा चुका है, सुक्रोस पौधे में दो कार्य करता है। बहुत से पौधों में, विशेष कर उनमें जो स्टार्च नहीं बनाते, यह सगृहीत कार्बोहाइड्रेट के रूप में रहता है। इसके साथ ही पौधों के एक अंग से दूसरे अंग में कार्बोहाइड्रेट पदार्थ सुक्रोस के रूप में ही पहुँचाया जाता है। इससे स्पष्ट है कि सगृहीत स्टार्च का परिवर्तन सुक्रोस में होता है।

स्टार्च और सुक्रोस दोनों में ही ग्लूकोस अवयव रहता है। सुक्रोस में ग्लूकोस के साथ-साथ फ्रुक्टोस भी संयोजित अवस्था में रहता है। अतः ऐसा अनुमान होता है कि स्टार्च के सुक्रोस में परिवर्तन होने की क्रिया का कोई सम्बन्ध स्टार्च के जल-विश्लेषण की क्रिया से अवश्य होगा। जैसा हम ऊपर पढ़ चुके हैं, स्टार्च के संश्लेषण में ग्लूकोस १-फास्फेट का महत्वपूर्ण भाग है, अतः ऐसा सम्भव हो सकता है कि ग्लूकोस १-फास्फेट ही स्टार्च-सुक्रोस के एक दूसरे के परिवर्तन में भी मध्य के पदों में भाग लेता हो। यदि ऐसा वास्तव में है तो कोई ऐसा एजाइम भी पौधों में अवश्य होगा जो ग्लूकोस १-फास्फेट से सुक्रोस संश्लेषित करता हो। सन् १९४४ में एक ऐसा एजाइम प्राप्त हुआ है जो ग्लूकोस १-फास्फेट और सुक्रोस के मिश्रण पर क्रिया कर इसे सुक्रोस में संश्लेषित कर देता है ^{१६/१७}। यह एजाइम एक जीवाणु से प्राप्त किया गया है और अभी तक ऊँचे

पौधो मे इसकी उपस्थिति नही देखी जा सकी है। जब तक यह एजाइम ऊँचे पौधो मे नही देखा जाता तब तक ऊपर के विचार की पुष्टि नही समझी जा सकती और यह विचार केवल एक परिकल्पना मात्र ही कहा जायगा।

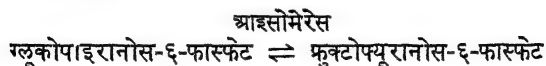
दूसरा महत्त्व का प्रश्न सुक्रोस बनने के सम्बन्ध मे यह भी है कि फ्रुक्टोस की उत्पत्ति कहाँ से होती है। पौधो मे फ्रुक्टोस मुक्त अवस्था मे तथा सुक्रोस के रूप मे सयोजित अवस्था मे पाया जाता है। कुछ पौधो मे ऐसे पालीसैकराइड पाये जाते है जो केवल फ्रुक्टोस इकाइयो से मिल कर बने है। इन पालीसैकराइडो को फ्रुक्टोसान (fructosans) कहते है। इसी प्रकार का एक पालीसैकराइड इनुलिन (inulin) है जो डेहलिया के कन्दो (tubers of Dahlia) तथा कुछ अन्य कन्दो मे पाया जाता है। इनुलिन मे फ्रुक्टोफ्यूरानोस इकाइयाँ परस्पर β -१, २-ग्लूकोसाइड बन्धो द्वारा सम्बन्धित रहती है। कुछ पौधो मे, जैसे स्नोड्रॉप पौधे के बल्ब (Snowdrop bulbs) मे, इनुलिन और स्टार्च दोनो ही अगल-बगल पाये जाते है। यह भी एक महत्त्व की बात है कि फ्रुक्टोस यद्यपि मुक्त अवस्था मे पाइरानोस वृत्त (pyranose ring, २, ६-आक्साइड वृत्त) के रूप मे रहता है पर सयोजित अवस्था मे सदा फ्यूरानोस वृत्त (furanose ring, २, ५-आक्साइड वृत्त) के रूप मे पाया जाता है।

वनस्पति-विज्ञानवेत्ताओ ने अपनी खोजो से ज्ञात किया है कि पौधो मे स्टार्च, सुक्रोस और फ्रुक्टोसान का बनना एक दूसरे पर निर्भर करता है। कोलिन और बेल्वाल^{१८} ने गेहूँ मे कार्बोहाइड्रेट की उत्पत्ति के सम्बन्ध मे विस्तृत खोज की और यह ज्ञात किया कि तने मे एक फ्रुक्टोसान उस समय उत्पन्न होता है जिस समय गेहूँ मे बाल निकलना शुरू होती है और बीजो मे स्टार्च का सगृहीत होना आरम्भ होता है। इन्होने यह भी देखा कि पत्तियो मे किसी भी समय स्टार्च या फ्रुक्टोसान नही रहता, केवल सुक्रोस अथवा इसके जल-विश्लेषीय पदार्थ, ग्लूकोस और फ्रुक्टोस, रहते है। इससे ऐसा जान पडता है कि पत्तियो से कार्बोहाइड्रेट पदार्थ सुक्रोस के रूप मे अन्य अगो की ओर तने के मार्ग से भेजे जाते है और सुक्रोस का फ्रुक्टोस भाग तने मे फ्रुक्टोसान के रूप मे परिणत हो जाता है और ग्लूकोस भाग स्टार्च मे परिणत हो कर बीजो मे एकत्रित होता है। अन्य कुछ वनस्पति-विज्ञानशास्त्रज्ञो ने भी अपनी खोजो द्वारा ऊपर के तथ्यो की पुष्टि की है।

सेब (apples) मे यह देखा गया है कि उसकी वृद्धि की अन्तिम अवस्था मे ग्लूकोस की पर्याप्त मात्रा फ्रुक्टोस मे परिणत हो जाती है और फिर दोनो परस्पर सघनित हो कर सुक्रोस बनाते हैं। स्टार्च का सुक्रोस मे परिवर्तन भी सम्भवत इसी भाँति होता होगा। इन सब तथ्यो के आधार पर हम यह निष्कर्ष निकाल सकते है कि ग्लूकोस और

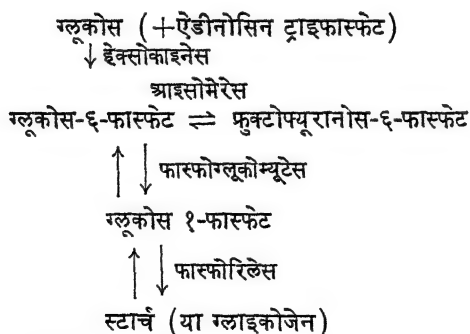
फ्रुक्टोस का लगभग समान प्रकार का ही कार्य पौधो में होता है और दोनों एक-दूसरे में आवश्यकतानुसार परिणत हो जाते हैं।

यीस्ट से एक एजाइम कुछ वर्ष पूर्व लोहमैन^{१९} (Lohmann) ने प्राप्त किया है जिसका नाम आइसोमेरेस (isomerase) रखा गया है। यह एजाइम ग्लूको-पाइरानोस ६-फास्फेट को फ्रुक्टोफ्यूरानोस-६-फास्फेट में परिवर्तित कर देता है और यह परिवर्तन एक उत्क्रमणीय अभिक्रिया है —



इसके अतिरिक्त एक और एजाइम भी यीस्ट तथा पेशीय ऊतको से प्राप्त हुआ है, जिसका नाम हेक्सोकाइनेस^{२०} (hexokinase) रखा गया है। यह एजाइम ग्लूकोस तथा फ्रुक्टोस दोनों पर क्रिया करता है और किसी एक से आरम्भ कर इस एजाइम द्वारा ग्लूकोस और फ्रुक्टोस दोनों का मिश्रण प्राप्त हो जाता है और जब साम्यावस्था पहुँच जाती है तो ग्लूकोपाइरानोस-६-फास्फेट और फ्रुक्टोफ्यूरानोस-६-फास्फेट का मिश्रण में अनुपात २ : १ रहता है।

एक अन्य एजाइम मटर के बीजो तथा पेशीय ऊतको से प्राप्त हुआ है जो ग्लूकोस-६-फास्फेट और ग्लूकोस-१-फास्फेट के पारस्परिक परिवर्तन को उत्प्रेरित करता है। इस एजाइम का नाम फास्फोग्लूकोम्यूटेस^{२१} (phosphoglucumutase) रखा गया है। इन सब एजाइमों की क्रिया का ज्ञान होने से अब स्टार्च के संश्लेषण की पूरी विधि स्पष्ट हो गयी है। इस संश्लेषण के विभिन्न पदों को क्रमानुसार निम्न मानचित्र में प्रदर्शित किया गया है —



ऊपर के संश्लेषण के लिए ग्लूकोस अथवा ग्लूकोस फास्फेट कोई भी लिया जा सकता है। जन्तु-शरीर में फास्फोपाइरुविक अम्ल (phosphopyruvic acid) से

ग्लूकोस-६-फास्फेट पेशियो मे बनता है और उसका सीधे ग्लाइकोजेन के सश्लेषण मे उपयोग हो जाता है।

यद्यपि अब भी कार्बोहाइड्रेट के सश्लेषण के सम्बन्ध की कुछ बातें स्पष्ट नहीं हो पायी हैं, फिर भी इस सश्लेषण की जीव-जगत् मे होने वाली विधियाँ मोटे तौर से हमें ज्ञात हो गयी हैं। ज्ञात तथ्यों के आधार पर यह स्पष्ट है कि उपापचय-क्रियाओं मे सुक्रोस केन्द्रीय पदार्थ है। जब सुक्रोस आवश्यकता से अधिक मात्रा मे बनता है तो यह पौधो के विभिन्न अंगो मे या तो अपने मौलिक रूप मे (जैसे चुकन्दर तथा ईख मे), या स्टार्च मे परिवर्तित हो कर (जैसे आलू के कन्द तथा अनाज के दानो मे), या फ्रुक्टोसान के रूप मे परिवर्तित हो कर (जैसे डेहलिया के कन्द मे) सगृहीत हो जाता है। स्टार्च और फ्रुक्टोसान बड़े अणु हैं, अतः ये कोशिकाओं मे से उनकी भित्तियों से विसरण कर बाहर नहीं जा सकते, किन्तु सुक्रोस विसरित हो कर कोशिकाओं से बाहर जा सकता है। अतः कार्बोहाइड्रेट का पौधो मे एक स्थान से दूसरे स्थान मे पहुँचना सुक्रोस के रूप मे ही सम्भव होता है।

निर्देश

- 1 J Sacks, Botan Z., 1864, 22, 289
- 2 Calvin, M , and Benson, A A , Science, 109, 140, 1948.
- 3 Benson, A A , and Calvin, M , J Exptl Botany, 1, 63, 1950
- 4 Calvin, M , Bassham, J A , Benson, A A , and others, Symposia Soc Exptl Biol , 5, 284, 1951
- 5 Calvin, M , Harvey Lectures, Ser 46, pp. 218-251, 1952
- 6 Gaffron, H , and Fager, E W , Ann Rev Plant Physiol , 2, 87, 1951.
- 7 Fager, E W , and Rosenberg, J L , Arch Biochem. and Biophys , 37, 1, 1952.
- 8 Davis, W. A , Daish, A J., and Sawyer, G C , J. Agric Sci , 1916, 7, 255, 352
- 9 S Nishimura, J Agr Chem Soc. Japan, 1930, 6, 160, 485, 987, 1931, 7, 29, 388, 1933, 9, 436
- 10 T Minagawa, J Agr. Chem Soc Japan, 1932, 8, 176, 508, 510, 811, 914, 1068, 1310, 1933, 9, 272, 342, 425, 428,

547, 549, 688, 740, 907, 916, 919, 1198, 1202, 1934, 10, 379, 382, 388, 550, 1935, 11, 370, 374, 480, 483

11. G. T. Cori and C. F. Cori, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 1937, 36, 119

12. A. A. Green, G. T. Cori and C. F. Cori, J. Biol. Chem., 1942, 142, 447

13. C. S. Hanes, Proc. Roy. Soc., 1940, B, 128, 421; B, 124, 174.

14. W. N. Haworth, S. Peat and E. J. Bourne, Nature, 1944, 154, 236

15. E. J. Bourne and S. Peat, J. Chem. Soc., 1945, 877

16. M. Doudoroff, N. Kaplan and W. Z. Hassid, J. Biol. Chem., 1943, 148, 67

17. W. Z. Hassid, M. Doudoroff and H. A. Barker, J. Amer. Chem. Soc., 1944, 66, 1416.

18. H. Colin and H. Belval, Compt. rend., 1922, 175, 1441, 1923, 177, 343.

19. K. Lohmann, Biochem. Z., 1933, 262, 137.

20. S. P. Colowick and H. M. Kalckar, J. Biol. Chem., 1943, 148, 117

21. S. P. Colowick and E. W. Sutherland, J. Biol. Chem., 1942, 144, 423

स्टार्च से विविध रासायनिक यौगिकों का बनाना

वनस्पति-जगत् की मनुष्य को सब से बड़ी देन कार्बोहाइड्रेट पदार्थ है। ये हमें भोजन प्रदान करते हैं, पहनने के लिए वस्त्र देते हैं तथा हमारे विभिन्न कामों के लिए लकड़ी देते हैं। इनके अतिरिक्त कार्बोहाइड्रेट पदार्थों के किण्वन से हमें अनेक रासायनिक यौगिक प्राप्त होते हैं जिनका विभिन्न उद्योगों में तथा हमारे जीवन में बड़ा महत्त्व है। इन पदार्थों में मुख्य निम्न हैं — एथिल ऐलकोहल, नार्मल ब्यूटिल ऐलकोहल, ऐसीटोन, ग्लिसरोल, २, ३-ब्यूटिल ग्लाइकॉल तथा ऐसीटिक, ब्यूट्रिक, लैक्टिक, साइट्रिक और ग्लूकॉनिक अम्ल। पेनीसिलिन तथा कुछ अन्य औषधियाँ भी आजकल किण्वन उद्योग में प्राप्त की जाती हैं। किण्वन उद्योग से प्राप्त होने वाले रासायनिक यौगिकों में सबसे महत्त्व का पदार्थ ऐलकोहल है। ऐलकोहल पेय के रूप में बहुत प्राचीन काल से प्रयुक्त होता रहा है, और किण्वन उद्योग एक बहुत प्राचीन उद्योग है।

एथिल ऐलकोहल (Ethyl Alcohol)

कुछ वर्षों पहले तक ऐलकोहल मुख्य रूप से शीरे से ही प्राप्त किया जाता था, क्योंकि यही सबसे सस्ता स्रोत है। किन्तु पिछले महायुद्ध के बाद से ऐलकोहल की माँग विभिन्न उद्योगों के लिए इतनी अधिक बढ़ गयी है कि केवल शीरे से बना कर इस माँग को पूरा नहीं किया जा सकता। अतः सन् १९४१ के बाद से स्टार्च का भी बड़ी मात्रा में उपयोग ऐलकोहल प्राप्त करने के लिए होने लगा है।

एथिल ऐलकोहल का बनाना—शर्करा वाले तथा स्टार्च वाले सब पदार्थ ऐलकोहल बनाने के लिए काम में लाये जा सकते हैं। इनमें जो पदार्थ सस्ते होते हैं उन्हीं से ऐलकोहल व्यापार में बनाया जाता है। शर्करायुक्त पदार्थों में मुख्य रूप से शीरे का उपयोग होता है। स्टार्चयुक्त पदार्थों में विभिन्न अनाज—जौ, राई, मकई, जई, गेहूँ, चावल—तथा आलू का उपयोग ऐलकोहल प्राप्त करने के लिए होता है। जिस स्थान में जो वस्तु अधिक सस्ती तथा बहुतायत से मिलती है वहाँ उसी से ऐलकोहल बनाया जाता है।

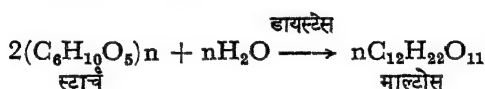
स्टार्च से ऐलकोहल बनाने में तीन पदों में पूरी क्रिया करायी जाती है —

(१) पहले पद में स्टार्च को शर्करा में परिणत किया जाता है। इस क्रिया को शर्करीकरण (saccharification) कहते हैं।

(२) दूसरे पद में शर्करा का किण्वन ऐलकोहल में किया जाता है। इसे ऐल-कोहली किण्वन (alcoholic fermentation) कहते हैं।

(३) तीसरे पद में किण्वित द्रव में से ऐलकोहल पृथक् किया जाता है। इस प्रकार जो ऐलकोहल प्राप्त होता है वह लगभग ९५ प्रतिशत होता है और शेष प्रतिशत इसमें पानी का अंश होता है। इस ऐलकोहल को रेक्टिफाइड स्पिरिट कहते हैं और इसी के अनुसार तीसरे पद की क्रिया को रेक्टिफिकेशन कहते हैं।

शर्करीकरण—स्टार्चयुक्त पदार्थ को सर्वप्रथम छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर या पीस कर लोहे के बने शुण्डाकार बर्तनों में भरा जाता है और फिर इसकी तोल के हिसाब से लगभग दुगुना पानी मिला कर भाप द्वारा ८०° से १००° पर गरम किया जाता है। लगभग दो घण्टे तक इस ताप पर गरम किये जाने पर स्टार्च लेई के रूप में परिणत हो जाता है। स्टार्चयुक्त पदार्थ के इस रूप में आ जाने पर इसे मैश (mash) कहते हैं। मैश को अब एक अन्य बर्तन में पहुँचाया जाता है जिसमें विलोडक लगे रहते हैं। यहाँ इसका ताप ५०°-५५° से १००° रख कर इसमें ४ प्रतिशत माल्ट (या माल्ट-निष्कर्ष) मैश की तोल के अनुपात से मिलाया जाता है और किण्वन के लिए रख दिया जाता है। इस किण्वन में माल्ट में उपस्थित डायस्टेस एंजाइम स्टार्च को जल-विश्लेषित कर माल्टोस शर्करा में परिणत कर देता है —



डायस्टेस की ऊपर की किण्वन-क्रिया के समाप्त होने में एक से तीन घण्टे तक का समय लगता है। बीच-बीच में किण्वित द्रव का आयोडीन विलयन द्वारा परीक्षण किया जाता है। जब आयोडीन के साथ किण्वित द्रव कोई नीला रंग नहीं उत्पन्न करता तब ज्ञात हो जाता है कि किण्वन समाप्त हो गया है। किण्वन आरम्भ करने के पूर्व मैश में थोड़ा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल या ऐमोनियम क्लोराइड डाल दिया जाता है जिससे कोई जीवाणु वहाँ नहीं रहने पाते और कोई अन्य उपअभिक्रिया (side reaction) नहीं होने पाती। डायस्टेस किण्वन के फलस्वरूप अब जो द्रव प्राप्त होता है उसे वॉर्ट (wort) कहते हैं।

[माल्ट तैयार करना (Preparation of the malt)]—अकुरित जौ को माल्ट कहते हैं। जौ के दानों को पानी में दो दिनों तक भिगो दिया जाता है। दाने

पानी सोख कर फूल जाते हैं और मुलायम हो जाते हैं। प्रायः पानी में थोड़ा कैल्सियम बाइ-सल्फेट भी मिला दिया जाता है। इसका उद्देश्य जौ में उपस्थित हानिकारक जीवाणुओं तथा अन्य अणुजीवों (micro-organisms) को नष्ट करना है। फूल जाने के बाद जौ के दानों को पानी में से निकाल कर एक कमरे के फर्श पर एक ढेर के रूप में रख दिया जाता है। इस कमरे का ताप लगभग 15° से 0 ग्रे 0 रखा जाता है। दाने अकुरित होना आरम्भ करते हैं और प्रत्येक से अकुरित होने पर एक छोटी सी सफेद जड़ निकलती है। जब अकुरण निर्धारित अवस्था तक हो चुकता है तब जौ को एक पतली पर्त के रूप में फर्श पर फैला कर सूखने के लिए छोड़ दिया जाता है। वायु में इस प्रकार खुला रहने पर कुछ दिनों में यह सूख जाता है। इसे अब ताज़ा माल्ट (green malt) कहते हैं। ताज़े माल्ट को एक ऊष्मक में पहुँचाते हैं जहाँ यह धीमी गति से 10° - 15° से 0 ग्रे 0 ताप पर गरम किया जाता है। कुछ समय बाद यह पूरा सूख जाता है और अब इसे माल्ट (malt) कहते हैं। अकुरण की क्रिया में जौ में डायस्टेस एंजाइम उत्पन्न हो जाता है और यह माल्ट में मौजूद रहता है।]

ऐलकोहली किण्वन—वोर्ट को थिरने के लिए शान्त रख दिया जाता है। जब सब ठोस पदार्थ तली में बैठ जाता है तो ऊपर से स्वच्छ द्रव को निथार कर एक दूसरे बर्तन में भर दिया जाता है। तली में बैठे ठोस को एक-दो बार गरम पानी से धो कर धोवन को मैश बनाते समय नये अनाज के दानों में डाल दिया जाता है।

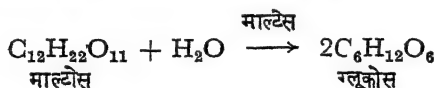
बर्तन में भरे गये स्वच्छ वोर्ट को अब ठंडा कर 20° से 0 ग्रे 0 ताप पर लाया जाता है। यदि कुछ ठोस पदार्थ इस ताप पर पृथक् होता है तो निथार कर इसे भी वोर्ट से अलग निकाल दिया जाता है। अब वोर्ट की मात्रा के अनुपात से लगभग ५ प्रतिशत यीस्ट वोर्ट में मिला दिया जाता है। किण्वन के लिए विशेष प्रकार के यीस्ट का उपयोग किया जाता है। हानिकारक जीवाणु आदि वोर्ट में पहुँच कर अन्य प्रकार की क्रिया न आरम्भ कर दें इसके लिए कुछ ऐसे प्रतिपूय पदार्थ जो जीवाणुओं को तो नष्ट कर देते हैं किन्तु यीस्ट पर कोई हानिकारक प्रभाव नहीं डालते, वोर्ट में यीस्ट के साथ ही थोड़ी मात्रा में मिला दिये जाते हैं। आजकल इस कार्य के लिए ऐमोनियम फ्लोराइड का उपयोग अधिक होता है। प्रायः इस कार्य के लिए कैल्सियम बाइ-सल्फाइड, बिस्मथ नाइट्रेट और हाइड्रोफ्लोरिक अम्ल का भी उपयोग किया जाता है।

यीस्ट मिलाने के बाद किण्वन आरम्भ हो जाता है। किण्वन की क्रिया में ऊष्मा उत्पन्न होती है जिसके कारण ताप 20° से 0 ग्रे 0 से धीरे धीरे बढ़ने लगता है। अब ताप को 26° - 30° से 0 ग्रे 0 के आस-पास रखा जाता है। इस ताप पर किण्वन की क्रिया तीव्र गति से होती है। वोर्ट में उपस्थित शर्करा किण्वित हो कर ऐलकोहल उत्पन्न करती

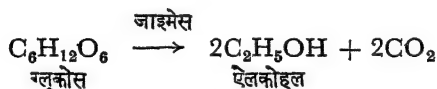
है। यदि डायस्टेस-किण्वन से बच कर कुछ डेक्सट्रिन भी बोर्ट में रह गया है तो वह भी इस ताप पर बोर्ट में मौजूद डायस्टेस द्वारा माल्टोस में परिवर्तित हो जाता है और फिर यीस्ट द्वारा ऐलकोहल में। किण्वन की क्रिया अधिकांश रूप में ४८ घंटों में समाप्त हो जाती है किन्तु इसके बाद समस्त किण्वित द्रव को एक दिन तक -25° — -26° से० ग्रे० ताप पर रहने दिया जाता है जिससे किण्वन पूर्ण रूप से पूरा हो जाय। बोर्ट के किण्वन के बाद जो द्रव प्राप्त होता है उसे वाश (wash) कहते हैं।

यीस्ट में कई एंजाइम रहते हैं जिनमें मुख्य निम्न हैं — इन्वर्टेस (invertase), माल्टेस (maltase) और जाइमेस (zymase)। यीस्ट-किण्वन में इन्ही एंजाइमों की क्रिया के फलस्वरूप ऐलकोहल बनता है। इस किण्वन में निम्न रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं —

(1) सर्वप्रथम बोर्ट में मौजूद माल्टोस शर्करा माल्टेस (maltase) एंजाइम द्वारा जल-विश्लेषित हो कर ग्लूकोस उत्पन्न करती है —



(11) ग्लूकोस फिर यीस्ट के दूसरे एंजाइम जाइमेस द्वारा विच्छेदित होता है जिसके फलस्वरूप ऐलकोहल उत्पन्न होता है और कार्बन डाइ-आक्साइड गैस निकलती है —



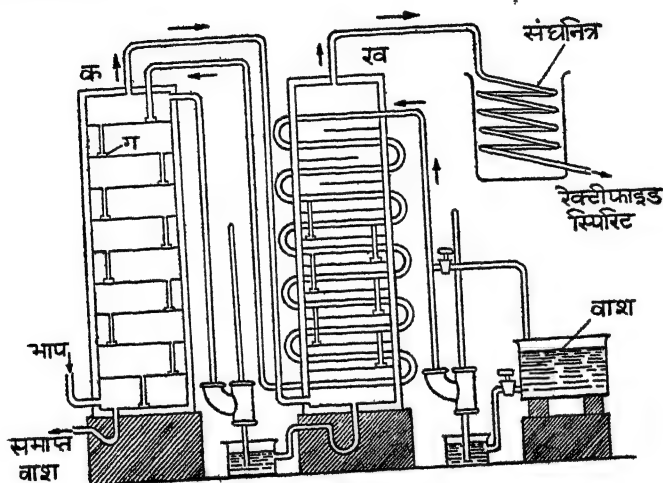
ऊपर वर्णित मुख्य अभिक्रियाओं के अतिरिक्त कुछ अन्य उपअभिक्रियाएँ (side reactions) भी होती हैं जिनके फलस्वरूप विभिन्न उपजात उत्पन्न होते हैं। इन उपजातों में मुख्य निम्न हैं — ग्लिसरोल, फ्यूजेल तेल (fusel oil), सक्सिनिक अम्ल, कुछ बसा अम्ल, ऐल्डीहाइड तथा विभिन्न एस्टर।

ऊपर प्रदर्शित अभिक्रियाओं तथा उनसे सम्बन्धित समीकरणों के अनुसार जितना ऐलकोहल प्राप्त होना चाहिए उसका लगभग ६/७ भाग वास्तव में प्राप्त होता है; शेष अन्य पदार्थों में परिणत हो जाता है।

आसवन या रेक्टिफिकेशन (अर्थात् वाश से रेक्टिफाइड स्पिरिट प्राप्त करना) — वाश में लगभग ७-८ प्रतिशत ऐलकोहल रहता है। प्रभाजी आसवन (fractional distillation) की विधि से वाश में से ऐलकोहल को पृथक् कर प्राप्त किया जाता

है। इस आसवन द्वारा जो ऐलकोहल प्राप्त होता है उसमें लगभग ९४-९५ प्रतिशत ऐलकोहल तथा शेष पानी रहता है। इस प्रतिशत के ऐलकोहल को रेक्टिफाइड स्पिरिट कहते हैं।

वाश का प्रभाजी आसवन करने के लिए कई प्रकार के भभके प्रयोग में आते हैं। इनमें काफी का भभका (Coffey's still) और बारबे का भभका (Baibet's still) अधिक प्रचलित है। इन भभको द्वारा अविरत रूप से रेक्टिफाइड स्पिरिट प्राप्त होती



चित्र १६—काफी भभका

है और बार बार प्रभाजनो को आसवित नहीं करना पड़ता। इन सब भभको की कार्य-प्रणाली एक ही सिद्धान्त पर आधारित है। इनमें ऊपर से वाश महीन धारो के रूप में गिराया जाता है और नीचे से भाप प्रतिधारा के रूप में ऊपर को प्रवाहित की जाती है। काफी भभके की कार्य-प्रणाली का वर्णन नीचे दिया जाता है। इससे इन भभको के सिद्धान्त का ज्ञान हो जायगा।

काफी भभके में दो प्रभाजक स्तम्भ (fractionating columns) होते हैं जो एक दूसरे से जुड़े रहते हैं। एक स्तम्भ को विश्लेषक (analyser) 'क' और दूसरे को रेक्टिफायर (rectifier) 'ख' कहते हैं। इनके बाहर का ढाँचा लकड़ी का बना होता है और अन्दर ढाँचे की पूरी सतह ताँबे की पतली चद्दर से मढ़ी रहती है। विश्लेषक को बाँबे की आड़े ढग से प्रबन्धित प्लेटो द्वारा कई खानों में विभक्त कर दिया जाता है।

इन प्लेटो में छेद रहते हैं और प्रत्येक छेद पर कपाट (valves) रहते हैं जो केवल ऊपर की ओर खुलते हैं। प्रत्येक प्लेट में एक T के आकार की नली अपने ठीक नीचे की प्लेट में बने एक छिछले प्याले से सम्बन्धित रहती है। रेक्टिफायर के निचले भाग की बनावट भी विश्लेषक की ही भाँति होती है।

किण्वित द्रव (अर्थात् वाश) रेक्टिफायर के अन्दर से जाने वाली एक सर्पाकार नली में पम्प द्वारा भेजा जाता है और इस नली द्वारा विश्लेषक के ऊपरी सिरे पर पहुँच कर विश्लेषक में नीचे गिरता है। विश्लेषक में पेंदी की ओर से अन्दर भाप पहुँचायी जाती है। यह भाप किण्वित द्रव के ऐलकोहल तथा अन्य वाष्पशील पदार्थों को वाष्पित कर अपने साथ उड़ा कर ऊपर ले आती है। भाप सहित ये सब वाष्प विश्लेषक के ऊपरी सिरे पर लगे एक दूसरे नल द्वारा रेक्टिफायर में नीचे पेंदी के पास प्रवेश करती है और फिर ऊपर की ओर उठती है। रेक्टिफायर के ऊपरी सिरे पर भी एक नल लगा रहता है। जो वाष्प रेक्टिफायर के ऊपरी सिरे तक पहुँचती है वह ऊपर के नल द्वारा बाहर निकलती है। यह नल आगे बढ़ कर एक सर्पाकार नली का रूप ले लेता है। नली का यह भाग पानी भरे बर्तन में डूबा रहता है जिसमें इसके नल के भीतर की वाष्प सघनित हो जाती है। विश्लेषक तथा रेक्टिफायर में जैसे जैसे वाष्प नीचे से ऊपर को उठती है यह प्लेटो तथा नलियों के प्रतिरोध के कारण कुछ ठंडी होती जाती है। चूँकि पानी की भाप ऐलकोहल के वाष्प की अपेक्षा अधिक शीघ्र सघनित होती है, अतः कुछ वाष्प में से पानी की भाप का अंश धीरे धीरे सघनित होता जाता है। जब तक भाप रेक्टिफायर के सिरे तक पहुँचती है तब तक इसकी अधिकांश पानी की भाप सघनित हो चुकी होती है और फलस्वरूप इसमें अधिकांश भाग ऐलकोहल बच रहता है। रेक्टिफायर के ऊपर के नल से वाष्प बाहर निकल कर सघनित होती है। यह द्रव रेक्टिफाइड स्पिरिट कहलाता है और इसमें लगभग ९५ प्रतिशत ऐलकोहल होता है और केवल ५ प्रतिशत पानी।

विश्लेषक की तली में जो द्रव एकत्रित होता है उसे समाप्त वाश (spent wash) कहते हैं, अर्थात् वह वाश जिसमें से कुल ऐलकोहल तथा अन्य वाष्पशील पदार्थ निकल चुके हैं।

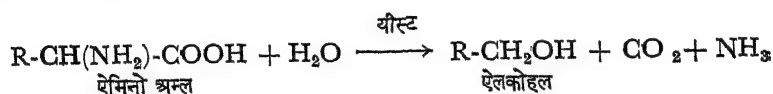
वाश के प्रभाजित आसवन में निम्न प्रभाजन एकत्रित किये जाते हैं —

(i) प्रथम प्रभाजन या पहला बहाव (First runnings)—इसमें मुख्य रूप से ऐसीटैल्डिहाइड तथा वाष्पशील एस्टर रहते हैं।

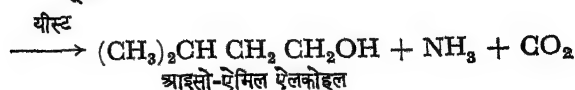
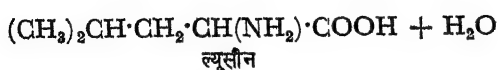
(ii) द्वितीय प्रभाजन या दूसरा बहाव (Second runnings)—इसमें लगभग ९५ प्रतिशत ऐलकोहल रहता है और यह रेक्टिफाइड स्पिरिट कहलाता है।

(iii) अन्तिम प्रभाजन या अन्तिम बहाव (Last runnings), फ्यूजेल तेल (fusel oil)—इस प्रभाजन को फ्यूजेल तेल कहते हैं और यह पीले रंग का तेल की तरह का एक दुर्गन्धमय द्रव होता है। इसमें चार और पाँच कार्बन वाले ऊँचे ऐल-कोहल मुख्य रूप से रहते हैं जिनमें आइसो-ऐमिल ऐलकोहल तथा *n*-ऐमिल ऐलकोहल अधिक मात्रा में रहते हैं। थोड़ी मात्राओं में ब्यूटिल ऐलकोहल तथा अन्य ऐलकोहल भी रहते हैं।

जर्मन रसायनज्ञ एहरलिख (Ehrlich) ने यह निश्चित रूप से सिद्ध कर दिया है कि ऐलकोहली किण्वन में ऊँचे ऐलकोहल, ऐल्डीहाइड तथा वसा अम्ल जो उप-जात (by-products) के रूप में उत्पन्न होते हैं वे यीस्ट द्वारा शर्करा पर होने वाली क्रिया के फलस्वरूप नहीं बनते, वरन् यीस्ट की ऐमिनो अम्लों (amino acids) पर होने वाली क्रिया के फलस्वरूप बनते हैं। किण्वन के लिए आरम्भ में जो स्टार्च-युक्त अन्न या दूसरी वस्तु ली जाती है उसमें स्टार्च के साथ-साथ प्रोटीन भी रहती है। यह प्रोटीन जल-विश्लेषित हो कर ऐमिनो अम्ल उत्पन्न करती है। यीस्ट फिर ऐमिनो अम्लों पर क्रिया कर इन्हें ऐलकोहलों में परिवर्तित कर देता है। इसी क्रिया के फल-स्वरूप फ्यूजेल तेल में मौजूद ऊँचे ऐलकोहल बनते हैं। यह क्रिया निम्न समीकरण के अनुसार होती है —



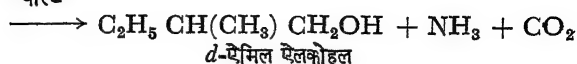
जो अमोनिया ऊपर की अभिक्रिया में निकलती है उसे यीस्ट-कोशिकाएँ ले लेती हैं और उसके द्वारा अपने ऊतक (tissues) बनाती हैं जिसके फलस्वरूप उनकी वृद्धि होती है। अतः इस क्रिया का महत्त्व यीस्ट-कोशिकाओं की नाइट्रोजन सम्बन्धी आवश्यकताओं की पूर्ति करना है। एहरलिख ने अपने प्रयोगों द्वारा यह दिखलाया है कि यदि ल्यूसीन (एक ऐमिनो अम्ल) पर यीस्ट की क्रिया करायी जाती है तो आइसो-ऐमिल ऐलकोहल बनता है और यदि आइसो-ल्यूसीन पर क्रिया करायी जाती है तो *n*-ऐमिल ऐलकोहल बनता है।—





आइसो-ल्यूसीन

थीस्ट



d-ऐमिल ऐलकोहल

जैसा हम ऊपर बतला चुके हैं, आइसो-ऐमिल ऐलकोहल और d-ऐमिल ऐलकोहल फ्यूजेल तेल के मुख्य अवयव हैं। फ्यूजेल तेल एथिल ऐलकोहल की अपेक्षा अधिक महँगा बिकता है। अतः इसकी अधिक मात्रा प्राप्त करने के लिए प्रायः किण्वन के समय किण्वित होने वाले पदार्थ में ल्यूसीन और आइसो-ल्यूसीन अलग से मिला दी जाती है।

ऐलकोहली किण्वन के उपजात—ऐलकोहली किण्वन में एथिल ऐलकोहल के अतिरिक्त कई अन्य पदार्थ उपजात के रूप में प्राप्त होते हैं। इनमें से मुख्य निम्न हैं —

(१) कार्बन डाइ-आक्साइड—किण्वन में कार्बन डाइ-आक्साइड बड़ी मात्रा में निकलती है। इसे एकत्रित कर और ठंडा कर ठोस रूप में परिणत किया जाता है। यह ठोस शुष्क बर्फ (dry ice) कहलाता है और ठंडक पैदा करने के लिए इसका आजकल बड़ा उपयोग होता है।

(२) आरगॉल या टार्टर (Argol or Tartar)—जिस नाँव में बोट का किण्वन किया जाता है उसमें अन्दर की दीवारों पर एक मटमैले रंग की कड़ी पपड़ी जम जाती है। इस पपड़ी को ही आरगॉल या टार्टर कहते हैं। यह अशुद्ध पोटैसियम हाइड्रोजन टारट्रेट यौगिक होता है और व्यापार में इसी से टार्टरिक अम्ल बनाया जाता है।

(३) वाष्पशील एस्टर तथा ऐसीटैल्डीहाइड—प्रथम प्रभाजन में ये पदार्थ रहते हैं। इन्हें प्रभाजी आसवन द्वारा पृथक् यौगिकों के रूप में प्राप्त कर विभिन्न कार्यों में उपयोग किया जाता है।

(४) फ्यूजेल तेल—जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, यह मुख्य रूप से आइसो-ऐमिल ऐलकोहल तथा d-ऐमिल ऐलकोहल का मिश्रण है और अन्तिम प्रभाजन में प्राप्त होता है। इससे आइसो-ऐमिल ऐलकोहल तथा d-ऐमिल ऐलकोहल पृथक् कर अलग अलग प्राप्त किये जाते हैं। ये दोनों ऐलकोहल महत्त्व के विलायक हैं और इनका बड़ा उपयोग विभिन्न उद्योगों में होता है।

(५) समाप्त बाश—बाश का प्रभाजी आसवन करने के बाद अन्त में जो अवशिष्ट (residue) बच रहता है उसे समाप्त बाश कहते हैं। किण्वन के लिए आरम्भ में लिये गये पदार्थ में जो प्रोटीन तथा वसा रहती है उसका अधिकांश भाग अविच्छेदित रूप में समाप्त बाश में मौजूद रहता है। समाप्त बाश को थोड़ा वाष्पित

कर ठोस या गाढ़े द्रव के रूप में कर लिया जाता है और यह या तो पशुओं के चारे के रूप में इस्तेमाल होता है या खाद के रूप में।

परिशुद्ध ऐलकोहल (Absolute alcohol)—जिस एथिल ऐलकोहल में पानी की मात्रा बिल्कुल नहीं रहती और केवल शुद्ध ऐलकोहल शत-प्रतिशत रहता है उसे परिशुद्ध ऐलकोहल कहते हैं। रेक्टिफाइड स्पिरिट में ९५.५७ प्रतिशत ऐलकोहल और ४.४३ प्रतिशत पानी रहता है। ऐलकोहल और पानी का यह मिश्रण समव्याथी मिश्रण (constant boiling mixture) है। इसका क्वथनांक सदा 78.3° सें० ग्रे० स्थिर रहता है। अतः रेक्टिफाइड स्पिरिट के प्रभाजित आसवन से परिशुद्ध ऐलकोहल नहीं प्राप्त हो सकता। प्रयोगशालाओं में परिशुद्ध ऐलकोहल बनाने की साधारण विधि निम्न है —

प्रयोगशाला विधि—रेक्टिफाइड स्पिरिट को एक बोतल में भर कर उसमें थोड़ा बरी का चूना डाल दिया जाता है और बोतल को बद कर एक दो दिनों तक रख दिया जाता है। ऐलकोहल को फिर निथार कर एक आसवन-फ्लास्क में निकाल लिया जाता है और सोडियम धातु के तुरन्त के कटे छोटे-छोटे थोड़े से टुकड़े या कैल्सियम धातु के टुकड़े डाल कर तुरन्त आसवित किया जाता है। सग्राही (receiver) में एक कैल्सियम क्लोराइड नली लगा दी जाती है जिससे सग्राही में एकत्रित होने वाले ऐलकोहल में बाहर की हवा से जल-वाष्प न पहुँच सके।

स्थिरव्याथी विधि (ऐज़ियोट्रॉपिक विधि, azeotropic method)—परिशुद्ध ऐलकोहल की माँग विभिन्न उद्योगों में बहुत है और इसके बनाने की यह व्यापारिक विधि है। इस विधि में बेजीन का उपयोग किया जाता है। विधि निम्न प्रकार है —

रेक्टिफाइड स्पिरिट में बेजीन अधिक मात्रा में मिला कर मिश्रण को आसवित किया जाता है। बेजीन, ऐलकोहल और पानी तीनों का एक समव्याथी त्रि-अंगी (ternary) मिश्रण बनता है जिसका क्वथनांक 68.9° सें० ग्रे० रहता है। रेक्टिफाइड स्पिरिट में जितना पानी रहता है वह सब इस त्रि-अंगी मिश्रण के रूप में 68.9° पर बाहर निकल जाता है। इस त्रि-अंगी मिश्रण के आसवित हो कर निकल जाने के बाद रेक्टिफाइड स्पिरिट में बचा बेजीन ऐलकोहल के साथ द्वि-अंगी (binary) समव्याथी मिश्रण बनाता है जो 68.3° सें० ग्रे० पर क्वथित होता है। द्वि-अंगी मिश्रण के आसवित हो कर बाहर निकल जाने के बाद परिशुद्ध ऐलकोहल 78.3° सें० ग्रे० पर आसवित होता है। इसे जल-वाष्प की अनुपस्थिति में सग्राही में एकत्रित कर लिया जाता है।

मेथिलेटेड स्पिरिट (Methylated spirit)—जो ऐलकोहल शराब के रूप में पीने के उपयोग में आता है उस पर साधारणतः प्रत्येक देश में उत्पादन

शुल्क (excise duty) लगाया जाता है, जिससे जनता इसका अधिक उपयोग पेय के रूप में न कर सके। अधिक मात्रा में ऐलकोहल का उपयोग पेय के रूप में करने से स्वास्थ्य को बड़ी हानि पहुँचती है। जनता के स्वास्थ्य की सुरक्षा की दृष्टि से ही प्रत्येक देश में शराबों पर बड़ा शुल्क लगाया जाता है। किन्तु ऐलकोहल विभिन्न उद्योगों के लिए भी महत्व का पदार्थ है और यदि यह सस्ता न मिले तो ये उद्योग चल नहीं सकते। अतः जो ऐलकोहल औद्योगिक कार्यों के उपयोग में आता है उसे प्रत्येक देश में शुल्क से मुक्त रखा जाता है जिससे वहाँ के उद्योगों की उन्नति हो सके। इसलिए औद्योगिक कार्यों में उपयोग होने वाले ऐलकोहल में कुछ ऐसे विषैले या स्वास्थ्य के लिए हानिकारक पदार्थ मिलाना आवश्यक होता है जो उसे पीने के अनुपयुक्त कर दे किन्तु औद्योगिक कार्यों के लिए वह ऐलकोहल अनुपयुक्त न होने पाये। इस प्रकार पीने के अनुपयुक्त बना दी गयी रेक्टिफाइड स्पिरिट को मेथिलेटेड स्पिरिट कहते हैं। मेथिलेटेड स्पिरिट बनाने के लिए रेक्टिफाइड स्पिरिट में विभिन्न प्रकार के विषैले पदार्थ मिलाये जाते हैं। अधिकांश देशों में रेक्टिफाइड स्पिरिट में ५ से १० प्रतिशत तक मेथिल ऐलकोहल और ०.५ प्रतिशत पिरिडीन मिला कर मेथिलेटेड स्पिरिट बनायी जाती है। मेथिल ऐलकोहल का अधिक उपयोग होने के कारण ही मेथिलेटेड स्पिरिट नाम प्रचलित हुआ, यद्यपि आजकल बहुत सी मेथिलेटेड स्पिरिट में मेथिल ऐलकोहल बिल्कुल नहीं रहता। भारतवर्ष में मेथिलेटेड स्पिरिट साधारणतः ०.५ प्रतिशत पिरिडीन और ०.५ प्रतिशत पतला खर-आसुत रेक्टिफाइड स्पिरिट में मिलाने से बनायी जाती है। मेथिलेटेड स्पिरिट का उपयोग पेंट और वार्निश बनाने, शरीर की बाहरी त्वचा पर लगाने के लिए उपयोग में आने वाली दवाएँ बनाने तथा अन्य अनेक कार्यों में होता है।

प्रमाण स्पिरिट (Proof spirit)—उत्पादन शुल्क (excise duty) लगाने की सुविधा के लिए एक निश्चित प्रतिशत के ऐलकोहली द्रव को प्रामाणिक मान लिया गया है। इस प्रामाणिक स्पिरिट को **प्रमाण स्पिरिट** या **प्रूफ स्पिरिट** कहते हैं। प्रमाण स्पिरिट में भार के अनुपात से ४९.३ प्रतिशत ऐलकोहल और आयतन के अनुपात से ५७.१ प्रतिशत ऐलकोहल रहता है। अन्य ऐलकोहली द्रवों की सान्द्रता प्रमाण स्पिरिट के आधार पर व्यक्त की जाती है। जिस स्पिरिट में प्रमाण स्पिरिट से जितने अंश ऐलकोहल का प्रतिशत अधिक होता है उसे उतने अंश अधि-प्रमाण (over proof) तथा जिसमें कम रहता है उसे उतने अंश न्यून-प्रमाण (under proof) कहते हैं। निम्न उदाहरणों से यह स्पष्ट हो जायगा—यदि कोई स्पिरिट १० अधि-प्रमाण है तो इसका यह अर्थ है कि इस स्पिरिट के १०० घ० से० आयतन में पानी मिला कर जब इसे ११० घ० से० किया जाता है तब इसकी सान्द्रता प्रमाण स्पिरिट के समान होती

है। इसी प्रकार १० न्यून-प्रमाण का अर्थ यह है कि स्पिरिट के १०० घ० मे० आयतन मे ऐलकोहल की जितनी मात्रा है वह ९० घ० से० प्रमाण स्पिरिट मे मौजूद ऐलकोहल की मात्रा के बराबर है।

ऐलकोहली पेय, अर्थात् शराब (Alcoholic beverages)—विभिन्न प्रकार की शराब बनाने के लिए विभिन्न पदार्थों का उपयोग होता है। इन शराबो मे परस्पर ऐलकोहल की मात्रा मे अन्तर होता है। साधारणत इनमे ऐलकोहल की मात्रा ३ से ४० प्रतिशत तक रहती है। इनमे भिन्न भिन्न रंग तथा सुगन्धियाँ भी डाल कर इन्हें देखने मे आकर्षक तथा स्वाद मे रुचिकारक बनाया जाता है।

समस्त ऐलकोहली पेय को मुख्य दो विभागो मे बाँटा जा सकता है—(१) आसुत (distilled) और (२) अनासुत (undistilled)। अनासुत शराबो मे ऐलकोहल की मात्रा आसुत शराबो की अपेक्षा बहुत कम रहती है। आसुत शराबो मे ऐलकोहल साधारणत ३५ से ४० प्रतिशत तक रहता है, अनासुत मे ३ से १५ प्रतिशत तक ही रहता है। कुछ प्रचलित शराबो के नाम, उनके स्रोत तथा उनमे मौजूद ऐलकोहल की प्रतिशत मात्रा नीचे दी जाती है —

आसुत (३५ से ४० प्रतिशत ऐलकोहल)

व्हिस्की (Whisky)—जौ से बनायी जाती है।

रम (Rum)—शीरे से बनाया जाता है।

ब्रांडी (Brandy)—अगूर से बनायी जाती है।

जिन (Gin)—मकई से बनाया जाता है।

अनासुत

बियर (Beer)—जौ से बनाया जाता है (३ से ६% ऐलकोहल)।

वाइन (Wine)—अगूर से बनायी जाती है (८ से १०% ऐलकोहल)।

शैम्पेन (Champaign)—अगूर से बनाया जाता है (१० से १५% ऐलकोहल)।

पोर्ट (Port) और शेरी (Sherry)—अगूर से बनायी जाती है (१५ से २०% ऐलकोहल)।

साइडर (Cider)—सेब से बनाया जाता है (१ से २% ऐलकोहल)।

शक्ति-ऐलकोहल (Power alcohol)—मोटरो तथा वायुयानो की वृद्धि के साथ-साथ पेट्रोल की माग दिन-प्रतिदिन बढ़ती जा रही है। ससार के सब देशो के उत्पादन को मिला कर वर्ष भर मे जितना पेट्रोल प्राप्त होता है वह ससार की पेट्रोल सम्बन्धी वर्तमान माग को पूरी नही कर सकता। पेट्रोल की इस कमी को परिशुद्ध ऐलकोहल से पूरा किया जाता है। पेट्रोल मे परिशुद्ध ऐलकोहल मिश्रित कर इस

मिश्रण का उपयोग मोटरकार इजनों में पर्याप्त मात्रा में आजकल किया जाता है। मोटरकारों में उपयोग होने के कारण ही परिशुद्ध ऐलकोहल को व्यापार में शक्ति-ऐलकोहल नाम दिया गया है, क्योंकि यह शक्ति उत्पन्न करने के कार्य में आता है।

परिशुद्ध ऐलकोहल का दमकाक पेट्रोल की अपेक्षा बहुत ऊँचा होता है, अतः इसे अकेले उपयोग करने में मोटर के इजनों को आरम्भ में चलाने में थोड़ी कठिनाई होती है। इस कठिनाई को दूर करने के लिए किसी दहनशील पदार्थ, जैसे पेट्रोल, बेजीन या ईथर, का परिशुद्ध ऐलकोहल में मिलाना आवश्यक है। इसी कारण परिशुद्ध ऐलकोहल को अकेले न इस्तेमाल कर पेट्रोल के साथ मिला कर मिश्रण के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। यदि ऐलकोहल में पानी का कुछ भी अंश होता है तो वह पेट्रोल में ठीक से मिश्रित नहीं किया जा सकता। अतः इस कार्य के लिए केवल परिशुद्ध ऐलकोहल ही उपयुक्त है। साधारणतः ४५ भाग पेट्रोल में ६५ भाग परिशुद्ध ऐलकोहल मिलाया जाता है। इससे अधिक परिशुद्ध ऐलकोहल मिलाना कठिन है।

ऐमिलो विधि (Amylo process) से ऐलकोहल बनाना—माल्ट द्वारा स्टार्च का शर्करीकरण कर फिर यीस्ट द्वारा विलयन को किण्वित कर ऐलकोहल बनाने की ऊपर बतलायी विधि में दो दोष हैं—पहला यह कि यह विधि महँगी है, क्योंकि इसमें माल्ट की पर्याप्त मात्रा का उपयोग करना पड़ता है, और दूसरा यह कि सैद्धान्तिक दृष्टि से जितना ऐलकोहल प्राप्त होना चाहिए उससे केवल ८०-८५ प्रतिशत तक ही प्राप्त होता है। इन दोषों के कारण ऐलकोहल बनाने की विधि में परिवर्तन तथा सुधार करने की चेष्टा समय-समय पर होती रही है।

ऐमिलो विधि में स्टार्च का शर्करीकरण माल्ट के स्थान में म्यूकर (Mucor) तथा राइजोपस (Rhizopus) फफूँदों की कुछ जातियों द्वारा कराया जाता है। ये फफूँद ३५° से ० ग्रे० ताप पर वृद्धि करते हैं और इस ताप पर स्टार्च को माल्टोस शर्करा में जल-विश्लेषित कर देते हैं। इन फफूँदों में कुछ एंजाइम ऐसे भी रहते हैं जो शर्करा को ऐलकोहल में विच्छेदित कर देते हैं, किन्तु ऐलकोहली किण्वन की यह क्रिया बहुत धीमी गति से होती है। अतः शर्करीकरण के बाद कुछ यीस्ट भी मिलाया जाता है जिससे ऐलकोहली किण्वन की गति तीव्र हो जाय।

ऐमिलो विधि में म्यूकर अथवा राइजोपस की केवल थोड़ी सी मात्रा ही स्टार्च की पर्याप्त मात्रा को शर्करा में परिणत कर देती है। एक ग्राम म्यूकर लगभग २५ टन स्टार्च का शर्करीकरण करने के लिए पर्याप्त होता है। माल्ट की विधि में १०-१२ प्रतिशत माल्ट का उपयोग शर्करीकरण के लिए करना पड़ता है और माल्ट काफी महँगा होता है जिससे यह विधि महँगी पड़ती है। ऐमिलो विधि में एक लाभ

यह भी है कि ऐलकोहल की प्रतिशत मात्रा भी माल्ट विधि की अपेक्षा अधिक प्राप्त होती है। ऐमिलो विधि में स्टार्च के अनुपात से ३३-३६ प्रतिशत ऐलकोहल प्राप्त होता है, किन्तु माल्ट विधि में केवल ३१.५ प्रतिशत तक ही प्राप्त होता है। अतः स्पष्ट है कि ऐमिलो विधि माल्ट विधि से सस्ती है और इसमें ऐलकोहल की मात्रा भी अधिक प्राप्त होती है। किन्तु इस विधि में भी कई दोष हैं — एक दोष यह है कि फफूंद द्रव के भीतर वृद्धि करता है जिसके कारण द्रव में हवा पहुँचाते रहने की आवश्यकता होती है। इस कठिनाई के कारण मैश में सब जगह म्यूकर की वृद्धि एक सी नहीं हो पाती। दूसरा दोष यह है कि फफूंद द्वारा शर्करीकरण की पूरी क्रिया के समाप्त होने में अधिक दिन लगते हैं। तीसरा दोष यह है कि चूँकि फफूंद ३५° से ० ग्रे० पर क्रिया करता है इस कारण मैश को इस ताप पर रखना पड़ता है और इस ताप पर मैश बहुत गाढ़ा रहता है। अतः मैश में पर्याप्त पानी मिला कर इसे पतला करना पड़ता है, जिसके कारण किण्वन के अन्त में जो किण्वित द्रव प्राप्त होता है उसमें ऐलकोहल की प्रतिशत मात्रा बहुत कम रहती है। अतः इससे रेक्टिफाइड स्पिरिट बनाने में अधिक समय लगता है। ऊपर बतलायी कठिनाइयों के कारण ऐमिलो विधि विशेष प्रचलित अभी नहीं हो सकी है।

दो नये ऐमिलेस एजाइम कुछ वर्ष पूर्व प्राप्त किये गये हैं जो अधिक उपयोगी सिद्ध हुए हैं। एक एजाइम 'ऐसपरजिलस ओराइजी'—^५ (*Aspergillus oryzae*) फफूंद को गेहूँ के चोकर पर वृद्धि करा कर प्राप्त किया गया है और दूसरा 'सबटिलिस मेसेंटेरिकस'^६ (*Subtilis mesentericus*) जीवाणुओं की कुछ जातियों को गेहूँ के चोकर पर वृद्धि करा कर प्राप्त किया गया है। ऐलकोहल बनाने की वर्तमान सशोधित विधि में एक भाग स्टार्च वाला पिसा अन्न, २ भाग पानी और ०.१२ भाग ऐमिलेसयुक्त चोकर मिला कर ५५° से ० ग्रे० ताप पर मैश बनाया जाता है। इसे १० मिनट तक ५५° से ० ग्रे० पर रखने के बाद धीरे-धीरे ८५° से ० ग्रे० ताप तक गरम किया जाता है और फिर कुछ देर बाद १२५°-१५०° से ० ग्रे० ताप पर कुकर में १० मिनट तक पकाया जाता है। अब इसे ७८°-८०° से ० ग्रे० तक ठंडा कर इसमें ०.०२५ भाग ऐमिलेसयुक्त चोकर को २ भाग ठंडे पानी में फेंट कर मिला दिया जाता है और ताप को घटा कर ६०° से ० ग्रे० पर रखा जाता है। इस ताप पर १० मिनट तक रखने के बाद मैश को अब २७° से ० ग्रे० तक ठंडा कर उसमें यीस्ट मिलाया जाता है। किण्वित पदार्थ का pH बराबर ५.० से ५.२ के बीच में रखा जाता है।

ऊपर वर्णित सशोधित विधि द्वारा पुरानी विधि की तुलना में १५ प्रतिशत अधिक ऐलकोहल प्राप्त होता है। यह विधि बहुत सस्ती भी है। यद्यपि इस विधि का प्रचार

अभी अधिक नहीं हो पाया है तो भी यह विश्वास किया जाता है कि थोड़े ही समय में इसका प्रचार बहुत हो जायगा और पुरानी विधि का स्थान यही विधि ले लेगी।

एथिल ऐलकोहल के गुणधर्म (Properties) — एथिल ऐलकोहल रगरहित पतला द्रव है। इसमें एक विशेष मीठी गन्ध होती है। इसका स्वाद दाहक (burning) है और क्वथनांक 78.3° से. तथा आपेक्षिक घनत्व 0.789 है। पानी में यह पूर्ण रूप से मिश्र्य है। पानी मिलाने पर ऊष्मा उत्पन्न होती है और मिश्रण गरम हो जाता है, तथा साथ ही कुल मिश्रण के आयतन में सकुचन होता है। उदाहरणार्थ, यदि 52 घ. से. ऐलकोहल में 48 घ. से. पानी मिलाया जाय तो मिश्रित द्रव का आयतन 100 घ. से. न होकर 96.3 घ. से. रहता है।

एथिल ऐलकोहल विषैला पदार्थ नहीं है। थोड़ी मात्रा में पीने से यह शरीर के अंगों में उत्तेजना उत्पन्न कर लाभकारी प्रभाव डालता है। किन्तु यदि बड़ी मात्रा में एथिल ऐलकोहल पिया जाता है तो स्वास्थ्य पर बहुत हानिकारक प्रभाव पड़ता है।

एथिल ऐलकोहल अनेक कार्बनिक यौगिकों के लिए एक अच्छा विलायक है और इस कारण टिकचर और दवाओं के विलयन बनाने में तथा पेट, वानिश् आदि बनाने में इसका बहुत उपयोग होता है।

अभिक्रियाएँ (Reactions)—(१) यह एक ज्वलनशील (flammable) पदार्थ है और वायु में प्रकाशरहित, हलकी-नीली ज्वाला के साथ जलता है तथा कार्बन डाइ-आक्साइड और पानी बनाता है —

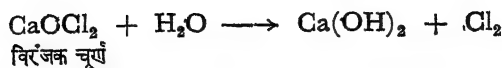


(२) एथिल ऐलकोहल को आक्सीकृत करने पर पहले ऐसीटैल्डीहाइड बनता है और फिर ऐसीटैल्डीहाइड आक्सीकृत हो कर ऐसीटिक अम्ल में परिवर्तित हो जाता है —

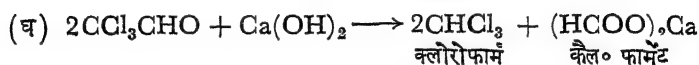
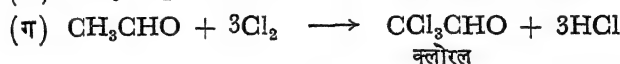
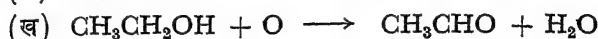


(३) एथिल ऐलकोहल को विरजक चूर्ण (bleaching powder) और पानी के साथ मिश्रित कर आसवित करने पर क्लोरोफार्म बनता है। अभिक्रियाएँ निम्न प्रकार से होती हैं —

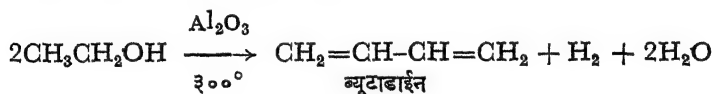
विरजक चूर्ण पहले पानी द्वारा विच्छेदित हो कर क्लोरीन और चूना देता है।—



क्लोरीन द्वारा ऐलकोहल फिर आक्सीकृत हो कर ऐसीटैल्डीहाइड बनाता है और यह ऐसीटैल्डीहाइड क्लोरीन से अभिक्रिया कर क्लोरल में परिवर्तित हो जाता है। अन्त में क्लोरल पर चूने की अभिक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप क्लोरोफार्म और कैल्सियम ऐसीटेट बनते हैं —



(४) जब एथिल ऐलकोहल के वाष्प ऊँचे ताप पर तप्त ऐल्यूमिना या सिलिका पर प्रवाहित किये जाते हैं तो ब्यूटाडाईन बनता है —



उपयोग—एथिल ऐलकोहल का विभिन्न उद्योगों तथा दवाखानों में बड़ा उपयोग है। इसकी इतनी उपयोगिता इसकी अच्छी विलायक शक्ति के कारण है। एथिल ऐलकोहल के कुछ मुख्य उपयोग नीचे दिये जाते हैं —

(१) पीने के लिए विभिन्न शराबों के रूप में ऐलकोहल एक अच्छा उत्तेजक (stimulant) है। जिस समय मनुष्य बहुत शिथिलता अनुभव कर रहा हो उस समय ऐलकोहल की थोड़ी मात्रा पीने से शिथिलता दूर हो जाती है। चिकित्सा में इस कार्य के लिए इसका बड़ा उपयोग होता है।

(२) पेंट, वार्निश और पालिश आदि बनाने में। चपड़ा, रेजिन तथा विभिन्न रंग पदार्थों के मेल से वार्निश और पालिश बनायी जाती हैं। ऐलकोहल इन सब पदार्थों के लिए अच्छा विलायक है और इस कारण विलायक के रूप में पेंट, वार्निश तथा पालिश बनाने में इसका बड़ा उपयोग होता है।

(३) दवाओं के विलयन तथा निष्कर्ष बनाने में विलायक के रूप में।

(४) ईथर, क्लोरोफार्म, आयडोफार्म, क्लोरल, ब्यूटाडाईन आदि अनेक महत्त्व के रासायनिक यौगिकों को बनाने में।

एलकोहल का बहुत उपयोग आजकल कृत्रिम रबर उद्योग में है और इस उपयोग के कारण एलकोहल की माँग पिछले कुछ वर्षों में लगभग ८ गुना बढ़ गयी है।

आज की सम्यता में रबर का महत्वपूर्ण स्थान है और इसकी इतनी अधिक माँग है कि प्राकृतिक रबर से यह माँग पूरी नहीं की जा सकती। वर्तमान समय में ससार में जितना रबर बनाया जाता है उसका आधे से अधिक भाग कृत्रिम रबर है। कृत्रिम रबर प्राकृतिक रबर से कई बातों में अधिक अच्छा सिद्ध हुआ है, इस कारण भी इसका महत्व बढ़ता जा रहा है और फलस्वरूप दिन-प्रति-दिन इसका उत्पादन भी बढ़ता जा रहा है।

कृत्रिम रबर बनाने के लिए आधारभूत पदार्थ ब्यूटाडाइन (butadiene, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) है। यह पहले ब्यूटिल एलकोहल से मुख्य रूप से बनाया जाता था किन्तु आजकल यह एथिल एलकोहल से अधिक बनाया जाता है। एलकोहल से बड़ी मात्रा में ब्यूटाडाइन का बनाना सबसे पहले रूस में सन् १९३१ में आरम्भ किया गया था।^१ वहाँ इस विधि से ब्यूटाडाइन बनाने में इतनी अधिक सफलता मिली कि सन् १९३८ तक रूस अपनी आवश्यकता का लगभग तीन-चौथाई रबर स ब्यूटाडाइन से बना सकने में समर्थ हो सका। एलकोहल से ब्यूटाडाइन बनाने में रूस में जो सफलता मिली उससे प्रेरित हो कर अमेरिका तथा अन्य देशों में भी इसी से ब्यूटाडाइन बनाना आरम्भ हो गया है।

(५) एथिल एलकोहल का एक दूसरा महत्व का उपयोग वायुयानों में सहायक ईंधन के रूप में है। एलकोहल का यह उपयोग सन् १९४४ से आरम्भ हुआ है। इसके लिए वायुयानों के इंजनों में एक विशेष यंत्र लगाया जाता है जिसका काम एलकोहल को बहुत महीन कणों के रूप में परिवर्तित कर उस समय इंजन में भेजना है जिस समय वहाँ दहन के लिए उपयुक्त दशा पहले से उत्पन्न कर दी गयी है। जर्मनी, ब्राजिल तथा कुछ अन्य देशों में पेट्रोल के साथ मिश्रित कर मोटरकार के इंजनों में भी इसका उपयोग ईंधन के रूप में होता है। साधारणतः ६५ प्रतिशत तक एलकोहल पेट्रोल के साथ इस काम के लिए मिलाया जा सकता है।

(६) रंग-उद्योग में विलायक के रूप में।

(७) घावों को घोलने में। यह एक अच्छा प्रतिपूय और निःसक्रामक (antiseptic and disinfectant) है और इस कारण चिकित्सा के क्षेत्र में घावों को घोलने के लिए इसका उपयोग होता है।

(८) पीने की दवाओं में डालने में उत्तेजक के रूप में।

(९) फूलो तथा अन्य वस्तुओं से सुगन्धियो (इत्र आदि) का निष्कर्षण करने में। यह उपयोग भी इसकी विलायक शक्ति पर आधारित है।

(१०) स्पिरिट लैप तथा स्टोव में जलाने के लिए ईंधन के रूप में। यह उपयोग इसके ज्वलनशील गुण पर आधारित है।

(११) मरे हुए जीवों को परिरक्षित (preserve) करने में। अच्छा नि-स-क्रामक होने के कारण इसमें वस्तुएँ सड़ने नहीं पाती।

(१२) पारदर्शक साबुन बनाने में।

(१३) प्रयोगशालाओं में विलायक के रूप में।

ऐसीटोन और ब्यूटिल ऐलकोहल

(Acetone and Butyl Alcohol)

सन् १९१० में फर्नबैक (Fernback) ने पास्तूर इन्स्टीट्यूट में (फ्रान्स में) एक नया जीवाणु ज्ञात किया, जिसमें आलू के स्टार्च को किण्वित कर नार्मल-ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन में परिणत करने का गुण था। उन दिनों ब्यूटिल ऐलकोहल की माँग कृत्रिम रबर उद्योग में ब्यूटाडाईन बनाने के लिए बहुत थी। ऐसीटोन तो एक बहुत उपयोगी तथा मूल्यवान् पदार्थ है ही, अतः फर्नबैक की यह खोज बहुत महत्त्व की ज्ञात हुई और इसके आधार पर ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन बनाने के लिए एक कारखाना इंग्लैंड में उन्हीं दिनों खोला गया।^{१०} इस कारखाने के खुलने के थोड़े ही दिनों बाद प्रथम महायुद्ध आरम्भ हो गया। युद्ध के फलस्वरूप विस्फोटक बनाने के लिए ऐसीटोन की माँग बढ़ी। उन दिनों इंग्लैंड में ऐसीटोन मुख्य रूप से अमेरिका तथा आस्ट्रिया से आता था और वहाँ यह लकड़ी के भजक-आसवन उद्योग में उपजात के रूप में प्राप्त होता था। इस उद्योग से प्राप्त होने वाले ऐसीटोन से युद्ध की सम्पूर्ण माँग को पूरा कर सकना सम्भव नहीं था। अतः इंग्लैंड में ऐसीटोन को अन्य विधियों से प्राप्त करने की ओर ध्यान दिया गया। स्वभावतः फर्नबैक की खोज पर आधारित विधि से ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन बनाने के लिए जो कारखाना इंग्लैंड में खुला था उस ओर लोगों का ध्यान गया। इस विधि को व्यापक रूप से अपनाने का प्रयत्न इंग्लैंड में किया गया, किन्तु एक दूसरी कठिनाई जो सामने उपस्थित हुई वह यह थी कि इंग्लैंड में आलू की भी कमी थी और फर्नबैक का जीवाणु अन्य स्टार्च वाले पदार्थों के लिए उपयुक्त नहीं था। इस कठिनाई के कारण फर्नबैक की विधि से ऐसीटोन बना कर युद्ध सम्बन्धी ऐसीटोन की पूरी आवश्यकता पूरी नहीं की जा सकती थी। इसी बीच सन् १९१५ में वेल्ज़मैन (Welzmann) ने एक दूसरा जीवाणु खोज निकाला जो

मकई के स्टार्च तथा अन्य अन्न के स्टार्च पर क्रिया करने में समर्थ था और इन पदार्थों के स्टार्च को फर्नबैक के जीवाणु की भाँति ही ब्यूटिल ऐलकोहल तथा ऐसीटोन में परिणत करने का गुण रखता था। वीजमैन की इस खोज का लाभ उठाने के लिए इंग्लैंड और कनाडा में तुरन्त कई कारखाने मकई के स्टार्च तथा चावल की सस्ती किनकियों के स्टार्च से ऐसीटोन बनाने के लिए खोले गये। वीजमैन ने स्वयं ही इन कारखानों में अपनी विधि से ऐसीटोन बनाने की कार्यविधि की देख-रेख की जिम्मेदारी ली। कनाडा के टोरंटो (Toronto) नामक स्थान पर खोले गये ब्रिटिश ऐसीटोन कम्पनी के कारखाने को वीजमैन की विधि से ऐसीटोन बनाने में सबसे अधिक सफलता मिली और युद्धकाल में यह कारखाना २०० टन ऐसीटोन प्रति मास बनाता रहा। इसके अतिरिक्त इंग्लैंड तथा अमेरिका में अन्य कई कारखानों को भी वीजमैन की विधि से ऐसीटोन बनाने में इस काल में सफलता मिली।

वीजमैन की विधि में जो जीवाणु स्टार्च को ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन में परिवर्तित करता है वह क्लास्ट्रीडियम ऐसीटोब्यूटाइलिकम (*Clostridium acetobutylicum*) है। यह दंड के आकार का एक जीवाणु है और तनु स्टार्च-निलम्बन में वृद्धि करता है। यह जीवाणु एक ऐमिलेस एंजाइम उत्पन्न करता है जो स्टार्च को बिना शर्करा में जल-विश्लेषित किये सीधे ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन में परिणत कर देता है।

वीजमैन की विधि द्वारा स्टार्च से ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन निम्न प्रकार से बनाया जाता है —

महीन पिसे मकई (या अन्य स्टार्च वाले अन्न) के आटे में भार के अनुपात से लगभग ९२-९४ प्रतिशत पानी मिला कर आटे का एक पतला मिश्रण तैयार किया जाता है जिसे पकक या स्लरी (slurry) कहते हैं। स्लरी को ऊँचे दाब की भाप द्वारा पका कर लेई के रूप में कर लिया जाता है। पकाने से आटे में मौजूद सब जीवाणु भी नष्ट हो जाते हैं। इस प्रकार बनाया गया पदार्थ अब मैश कहलाता है। इसे शीतको (coolers) के भीतर से प्रवाहित कर कुछ ठंडा किया जाता है और फिर किण्वन कुंडों में पहुँचा दिया जाता है जो बद बर्तन होते हैं। यहाँ ताप ३७° से ० ग्रे० के आस-पास रखा जाता है। अब क्लास्ट्रीडियम ऐसीटोब्यूटाइलिकम का शुद्ध कल्चर (culture) मैश में मिला कर इसे ७२ घंटे तक किण्वन होने के लिए रख दिया जाता है। किण्वन की सफलता के लिए यह आवश्यक है कि सब उपकरण आरम्भ में पूर्ण रूप से जीवाणुरहित हों। किण्वन की समाप्ति के बाद किण्वित द्रव में से प्रभाजी आसवन द्वारा ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन पृथक्-पृथक् प्राप्त

कर लिये जाते हैं। प्रभाजी आसवन के लिए भिन्न प्रकार के भभके उपयोग में आते हैं।

बीजमैम की विधि में प्रत्येक १०० भाग मकई से २६-२८ भाग रासायनिक द्रव प्राप्त होता है। इस रासायनिक द्रव में ब्यूटिल ऐलकोहल लगभग ६० प्रतिशत, ऐसीटोन ३० प्रतिशत और एथिल ऐलकोहल ८-१० प्रतिशत रहता है। इन यौगिकों के अतिरिक्त कार्बन डाइ-आक्साइड और हाइड्रोजन जैसे भी किण्वन में निकलती हैं जिनकी मात्रा द्रव रासायनिक यौगिकों की तुलना में डेढ़ गुनी होती है। इस प्रकार बीजमैम की विधि में प्रत्येक एक भाग ऐसीटोन के साथ दो भाग ब्यूटिल ऐलकोहल प्राप्त होता है। ब्यूटिल ऐलकोहल की माँग ऐसीटोन की तुलना में उन दिनों भी विशेष नहीं थी, अतः यह एकत्रित होता गया। जब प्रथम महायुद्ध समाप्त हो गया और ऐसीटोन की माँग अधिक न रही तब इसका मूल्य बहुत गिर गया और फलस्वरूप इस विधि से ऐसीटोन का बनाना लाभप्रद न रह गया, क्योंकि इसके साथ बड़ी मात्रा में प्राप्त होने वाले ब्यूटिल ऐलकोहल का बाजारों में कोई विशेष मूल्य नहीं था। अतः प्रथम महायुद्ध की समाप्ति के बाद बीजमैम की विधि से ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन का बनाया जाना बंद हो गया।

सन् १९४२ से ब्यूटिल ऐलकोहल की माँग कृत्रिम रबर उद्योग में ब्यूटाडाइन बनाने के लिए बढ़ने लगी और तब से पुनः बीजमैम की विधि द्वारा स्टार्च से ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन का बनाया जाना आरम्भ हुआ है। अमेरिका में आजकल बड़ी मात्रा में मकई के स्टार्च से बीजमैम की विधि द्वारा ब्यूटिल ऐलकोहल और ऐसीटोन प्राप्त किया जाता है।

ब्यूटिल ऐलकोहल के गुणधर्म और उपयोग—नार्मल-ब्यूटिल ऐलकोहल एक द्रव है जिसका क्वथनांक 116°C से 0 ग्रे० है। इसकी गंध अरुचिकारक होती है और पानी में यह केवल थोड़ा ही विलेय है।

नार्मल-ब्यूटिल ऐलकोहल तथा इसका ऐसीटेट यौगिक दोनों ही बहुत अच्छे विलायक हैं और इनका बड़ा उपयोग नाइट्रोसेल्यूलोस को घुलाने में तथा प्रलाक्षा-रस (Lacquer) और पेंट बनाने में विलायक के रूप में होता है। ब्यूटिल ऐसीटेट में फलों की सी अच्छी सुगन्ध होती है और इसका उपयोग मिठाइयों, शर्बतों आदि में सुगन्ध के रूप में भी होता है। कृत्रिम रबर उद्योग में ब्यूटाडाइन बनाने के लिए भी इसका बड़ा उपयोग होता है। ब्यूटिल ऐलकोहल के वाष्प को उपयुक्त उत्प्रेरक (Al_2O_3 , V_2O_5 आदि) पर ऊँचे ताप पर (300°C से 0 ग्रे० से ऊपर) प्रवाहित करने से ब्यूटाडाइन प्राप्त होता है। अभिक्रिया निम्न दो पदों में होती है,—

ऐसीटिलीन को घुला कर सगृहीत रखने में भी इसका उपयोग होता है।

ऐसीटोन के कुछ हैलोजन व्युत्पन्न, जैसे मॉनोक्लोरोऐसीटोन, डाइक्लोरोऐसीटोन और ब्रोमोऐसीटोन, आँखों की अश्रु ग्रन्थियों पर प्रभाव डाल कर अश्रु बहाते हैं। अतः ये आँखों को अस्थायी रूप से क्रियाहीन करने वाले पदार्थों के रूप में युद्ध-या दगे के समय में उपयोगी होते हैं।

ग्लिसरोल (Glycerol)

जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं, ऐलकोहली किण्वन में ग्लिसरोल भी थोड़ी मात्रा में उपजात के रूप में बनता है। किण्वन होने वाले द्रव में जितनी शक्कर रहती है उसके अनुपात से लगभग तीन प्रतिशत ग्लिसरोल साधारण अवस्था में बनता है। सन् १९११-१२ में जर्मन रसायनज्ञ न्यूबर्ग (Neuberg) और उसके सहयोगियों^{१०} ने यह ज्ञात किया कि यीस्ट द्वारा शक्कर का किण्वन यदि सोडियम सल्फाइट की उपस्थिति में कराया जाता है तो ग्लिसरोल बनने की क्रिया, जो निम्न समीकरण के अनुसार होती है, बहुत बढ़ जाती है —



किन्तु ऊपर की अभिक्रिया के साथ-साथ साधारण एथिल ऐलकोहल बनने की अभिक्रिया भी होती रहती है और इस कारण ग्लिसरोल बनने की ऊपर की अभिक्रिया पूर्ण नहीं होती। प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि सल्फाइट की पर्याप्त मात्रा की उपस्थिति में अधिक से अधिक ३५ प्रतिशत तक ग्लिसरोल बनता है।

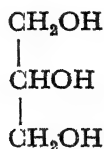
ऊपर बतलायी खोज न्यूबर्ग ने प्रथम महायुद्ध से कुछ पहले की थी। जर्मनी में जब प्रथम महायुद्ध के समय विस्फोटक पदार्थ बनाने के लिए ग्लिसरोल की कमी होने लगी तब वहाँ न्यूबर्ग की खोज के आधार पर शक्कर के किण्वन द्वारा ग्लिसरोल का बनाना आरम्भ किया गया था। इस विधि में सल्फाइट की बड़ी मात्रा का उपयोग करना पड़ता है। साधारणतः किण्वन-द्रव में जितनी शक्कर होती है उसके भार के लगभग बराबर सोडियम सल्फाइट डालना पड़ता है। सोडियम सल्फाइट की इतनी मात्रा का इस्तेमाल करने से खर्च बहुत पड़ता है। इसके साथ ही एक कठिनाई यह होती है कि किण्वित द्रव में विलेय लवणों की बहुत अधिक मात्रा एकत्रित हो जाती है जो ग्लिसरोल को उसमें से निकालने में प्रतिरोध उत्पन्न करती है और फलस्वरूप किण्वित द्रव में से पूरा ग्लिसरोल निकाला नहीं जा सकता। इसके अतिरिक्त जो

ग्लिसरोल प्राप्त होता है वह भी अच्छे प्रकार का नहीं रहता। इन सब दोषों के कारण प्रथम महायुद्ध के बाद इस विधि द्वारा ग्लिसरोल का बनाया जाना बंद हो गया।

नवीन खोजों द्वारा ग्लिसरोल-किण्वन में सुधार हुए हैं। यह ज्ञात हुआ है कि अधिक विलेय सोडियम सल्फाइट के स्थान में यदि कम विलेय कैल्सियम या मैग्नीशियम बाइ-सल्फाइट का उपयोग किया जाय और किण्वन-द्रव थोड़ा अम्लीय रखा जाय तो किण्वित द्रव से ग्लिसरोल पृथक् करने में विशेष कठिनाई नहीं पड़ती। किण्वन की समाप्ति के बाद किण्वित द्रव को छानने पर यीस्ट तथा सल्फाइट की अधिक मात्रा निकल जाती है और छने द्रव में विलेय लवण की अधिक मात्रा नहीं रहती। इस छने द्रव का आसवन करने पर वाष्पशील ऐसीटैल्डीहाइड तथा एथिल ऐलकोहल निकल जाते हैं और रिटार्ट में ग्लिसरोल बच रहता है। रिटार्ट के अवशिष्ट द्रव में से फिर ग्लिसरोल शुद्ध रूप में प्राप्त किया जा सकता है।^{११} अभी भी बराबर अमेरिका तथा अन्य देशों में ग्लिसरोल-किण्वन में खोज हो रही है। यह आशा की जाती है कि इन खोजों के फलस्वरूप ग्लिसरोल-किण्वन में इतना सुधार हो जायगा कि इस विधि द्वारा ग्लिसरोल का बनाना काफी सस्ता होगा।

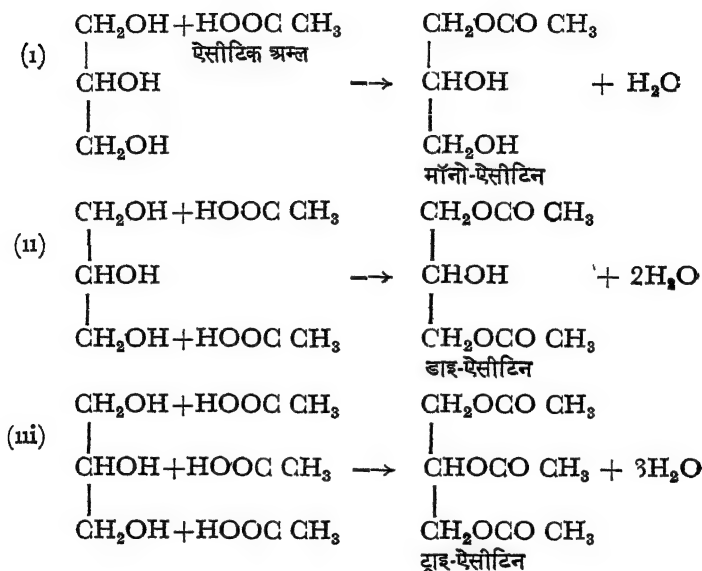
गुणधर्म—ग्लिसरोल एक रगरहित गाढ़ा द्रव है। इसका स्वाद मीठा होता है किन्तु इसमें गंध कुछ नहीं होती। ठंडा किये जाने पर यह मणिभीय सफेद ठोस के रूप में जम जाता है। इस ठोस का गलनांक 18° से 0° ग्रे है। ग्लिसरोल का क्वथनांक 290° से 0° ग्रे है, किन्तु यदि इसमें कुछ अपद्रव्य रहते हैं तो यह अपने क्वथनांक पर विच्छेदित हो जाता है। अतः ग्लिसरोल का आसवन क्षीण दाब पर किया जाता है। यह आर्द्रताग्राही (hygroscopic) है और पानी तथा ऐलकोहल में शीघ्र घुल जाता है किन्तु ईथर में नहीं घुलता। यह पानी से भारी है और इसका विशिष्ट गुरुत्व १.२६ है।

ग्लिसरोल में हाइड्रॉक्सिल मूलक रहते हैं। अतः इसके गुण ऐलकोहल के समान हैं। इसमें तीन हाइड्रॉक्सिल मूलक हैं और इसका सूत्र निम्न प्रकार है —

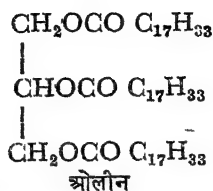
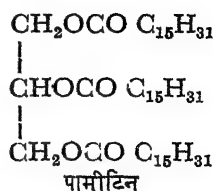
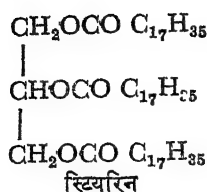


अतः अन्य ऐलकोहलों की भाँति ग्लिसरोल भी कार्बनिक तथा अकार्बनिक दोनों प्रकार के अम्लों के साथ एस्टर बनाता है। त्रि-हाइड्रिक ऐलकोहल होने के कारण यह किसी

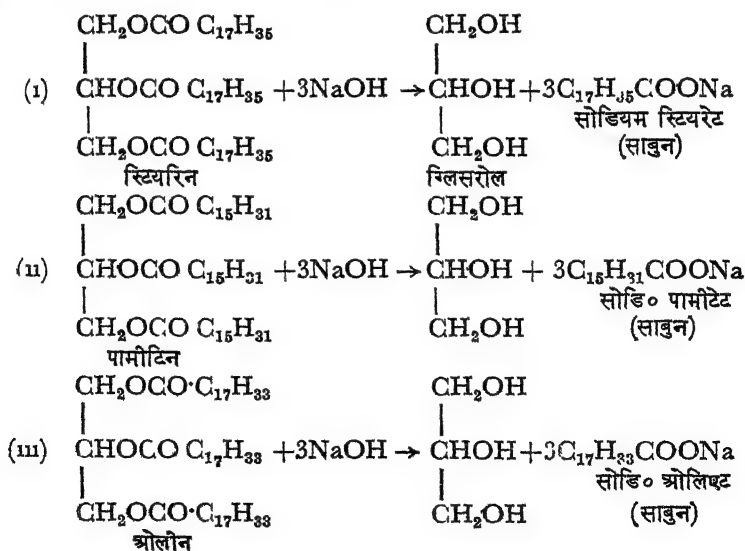
भी एक-भास्मिक अम्ल के एक, दो या तीन अणुओं के साथ संयोग कर क्रमशः एक-, द्वि- या त्रि-अम्ल एस्टर बनाता है। उदाहरणार्थ, ऐसीटिक अम्ल के साथ यह क्रमशः एक-, द्वि- या त्रि-ऐसीटिल यौगिक बनाता है जो क्रमशः मॉनो-, डाइ- या ट्राइ-ऐसीटिन कहलाते हैं —



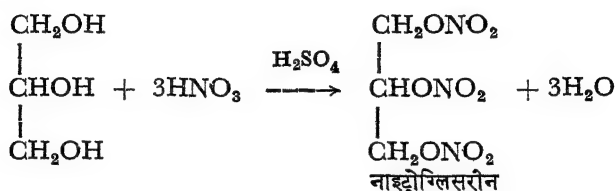
कार्बनिक अम्लों के साथ बने ग्लिसरोल के एस्टरो को ग्लिसराइड कहते हैं। इनका नाम अम्लों के नामों पर ही रखा जाता है, अम्ल के नाम के अन्तिम अक्षर 'क' के स्थान में 'न' करने से इनका नाम बन जाता है। उदाहरणार्थ, ऐसीटिक अम्ल का ग्लिसराइड ऐसीटिन, स्टियरिक अम्ल का स्टियरिन, पामीटिक अम्ल का पामीटिन कहलायेगा। ग्लिसराइड बड़े महत्त्व के यौगिक हैं और वनस्पतियों तथा जन्तुओं में बहुत पाये जाते हैं। वनस्पति तेल, जन्तु तेल तथा चर्बी सब ग्लिसराइड हैं। ये ऊँचे वसा अम्लों, जैसे स्टियरिक अम्ल, पामीटिक अम्ल आदि तथा ऊँचे असंतृप्त अम्लों, जैसे ओलीक अम्ल, लिनोलीक अम्ल आदि के ग्लिसराइडों के मिश्रण होते हैं। तेलों और चर्बियों में स्टियरिक अम्ल, पामीटिक अम्ल और ओलीक अम्ल के ग्लिसराइड साधारणतः अधिक व्यापक रूप से पाये जाते हैं। इन तीनों ग्लिसराइडों के सूत्र नीचे दिये जाते हैं —



ये ग्लिसराइड जल-विश्लेषित होने पर अम्ल और ग्लिसरोल में पृथक् हो जाते हैं। अतः तेलों और चर्बियों को जब कास्टिक सोडा (या कास्टिक पोटाश) विलयन के साथ मिश्रित किया जाता है तो उनमें वर्तमान ग्लिसराइडों का जल-विश्लेषण हो जाता है और अम्ल तथा ग्लिसरोल मुक्त हो जाते हैं। अम्ल मुक्त होने पर कास्टिक सोडा (या पोटाश) के साथ अभिक्रिया कर सोडियम (या पोटैसियम) लवण बनाते हैं। ये लवण ही साबुन कहलाते हैं। इस प्रकार साबुन ऊँचे कार्बनिक वसा अम्लों तथा असंतृप्त अम्लों के सोडियम (या पोटैसियम) लवण हैं—



नाइट्रिक अम्ल के साथ ग्लिसरोल कई एस्टर बनाता है जिनमें ट्राइ-नाइट्रेट एस्टर बहुत महत्त्व का यौगिक है। इसे व्यापार में नाइट्रो-ग्लिसरीन कहते हैं। नाइट्रो-ग्लिसरीन बनाने के लिए ग्लिसरोल को बूंद-बूंद कर सघूम नाइट्रिक अम्ल (२ भाग) और सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल (३ भाग) के मिश्रण में, जो लगभग १०° से ० ग्रे ताप पर रखा रहता है, डाला जाता है। अभिक्रिया निम्न समीकरण के अनुसार होती है:—



ऊपर की अभिक्रिया में सल्फ्यूरिक अम्ल का कार्य उत्पन्न पानी को शोषित करना है जिससे नाइट्रो-ग्लिसरीन पुनः जल-विश्लेषित न हो सके। नाइट्रो-ग्लिसरीन एक तेल की तरह का द्रव है और बनने पर पृथक् स्तर के रूप में ऊपर उतरा आता है। इसे संभाल कर अलग निकाला और शुद्ध किया जाता है। नाइट्रो-ग्लिसरीन एक बहुत शक्तिशाली विस्फोटक है, अतः इसको बनाते समय बहुत ध्यान रखा जाता है कि विस्फोट न होने पाये।

नाइट्रो-ग्लिसरीन का बड़ा उपयोग डाइनमाइट (dynamite), कार्बाइट (cordite) तथा अन्य अनेक विस्फोटक बनाने में होता है।

ग्लिसरोल के उपयोग—ग्लिसरोल एक महत्त्व का पदार्थ है। इसके कुछ मुख्य उपयोग निम्न हैं —

(१) पानी और ग्लिसरोल का मिश्रण कठिनता से जमता है और इस कारण शीत ऋतु में ग्लिसरोल प्रायः मोटरकारों के रेडियेटर में भरे जाने वाले पानी में मिश्रित किया जाता है जिससे पानी जमने नहीं पाता।

(२) चिकित्सा-क्षेत्र में इसे सूजन आदि पर ठडक पहुँचाने के लिए लगाया जाता है और ग्लिसरोफास्फेट यौगिक के रूप में यह पौष्टिक दवा (tonic) के रूप में खाया जाता है।

(३) जल-विलेय रंग (water colours), रबर की मोहरों की स्याही, जूते की पालिश तथा विभिन्न श्रृंगार प्रसाधनों में ग्लिसरोल का उपयोग इन्हें बराबर नम बनाये रखने के लिए होता है।

(४) ग्लिसरोल का सबसे महत्त्वपूर्ण उपयोग इससे नाइट्रो-ग्लिसरीन का बनाना

है। जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, नाइट्रोग्लिसरीन एक शक्तिशाली विस्फोटक है और डाइनमाइट, कार्डाइट, ब्लास्टिंग जेली आदि विस्फोटक तैयार करने में इसका उपयोग होता है।

[डाइनमाइट—तीन भाग नाइट्रोग्लिसरीन को एक भाग किसुलगुर (kiesel-guhr) में शोषित कराने से डाइनमाइट बनता है।

किसुलगुर एक महीन रध्रमय तथा सिलिकामय मिट्टी है। यह अक्रिय (inert) होने के कारण नाइट्रोग्लिसरीन की विस्फोटन शक्ति को घटा देता है जिसके फलस्वरूप नाइट्रोग्लिसरीन का उपयोग सुरक्षित रूप से किया जाना सम्भव होता है। नाइट्रो-ग्लिसरीन स्वयं एक भयंकर विस्फोटक है और जरा सा भी धक्का लगने या दाब पड़ने पर घडाके से विस्फोटित हो जाता है। इतना शीघ्र विस्फोटित होने के गुण के कारण नाइट्रोग्लिसरीन को अकेले उपयोग करना बड़ा भयप्रद होता है।

किसुलगुर के स्थान में अन्य अक्रिय पदार्थ, जैसे लकड़ी की लुगदी (wood pulp), आटा आदि का भी डाइनमाइट बनाने में नाइट्रोग्लिसरीन के शोषण के लिए उपयोग होता है। डाइनमाइट खदानों की खुदाई में तथा पहाड़ों के बीच से सुरंग आदि बनाने में चट्टानों को तोड़ने के लिए बहुत इस्तेमाल किया जाता है।

कार्डाइट—कार्डाइट बनाने के लिए १८ भाग नाइट्रोग्लिसरीन को ७२ भाग गन-काटन (gun cotton) में मिलाया जाता है और फिर इस मिश्रण में पाँच प्रतिशत वैसलीन तथा कुछ ऐसीटोन मिला कर लेई के रूप में कर लिया जाता है। इस लेई को महीन छेद (die) के भीतर से बड़े दाब में निकाला जाता है जिससे महीन धागे के रूप में यह निकलता है। ऐसीटोन वाष्पशील होने से उड़ जाता है और धागे कड़े पड़ जाते हैं। इन धागों को काट कर टुकड़ों में कर लिया जाता है। यही कार्डाइट कहलाता है। यह बन्दूकों में गोलियाँ छुड़ाने के लिए इस्तेमाल होता है।

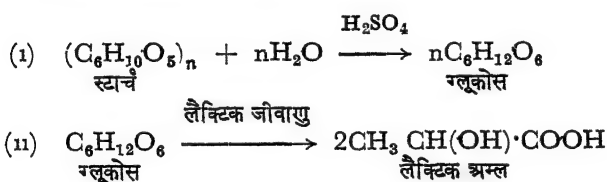
ब्लास्टिंग जेली (Blasting jelly)—यह एक जेली की भाँति का पदार्थ है जो ९३ भाग नाइट्रोग्लिसरीन में ७ भाग गन काटन मिश्रित करने से बनता है।]

लैक्टिक अम्ल (Lactic Acid)

लैक्टिक अम्ल विभिन्न उद्योगों के लिए एक महत्त्व का रासायनिक यौगिक है। आजकल यह अमेरिका तथा जर्मनी में व्यापारिक मात्रा में स्टार्च से प्राप्त किया जाता है। अमेरिका में इस काम के लिए अधिकतर मकई के स्टार्च तथा जर्मनी में आलू के स्टार्च का उपयोग होता है। बनाने की विधि निम्न प्रकार है —

स्टार्च को पहले तनु खनिज अम्ल (साधारणत H_2SO_4) के साथ उबाल कर

ग्लूकोस में परिणत किया जाता है। प्रायः अम्ल के साथ उबालने के पहले ऐमिलेस एंजाइम डाल कर कुछ समय तक स्टार्च-निलम्बन को रख दिया जाता है। ऐमिलेस स्टार्च का थोड़ा किण्वन कर इसे कुछ जल-विश्लेषित कर देता है। इसके बाद अम्ल के साथ उबालने पर अभिक्रिया शीघ्र होती है और स्टार्च पूर्ण रूप से ग्लूकोस में जल-विश्लेषित हो जाता है। जल-विश्लेषण के पूर्ण हो जाने के बाद जो विलयन प्राप्त होता है उसमें लगभग १० से २० प्रतिशत तक ग्लूकोस रहता है। इस विलयन के अम्ल को कैल्सियम कार्बोनेट या जिंक कार्बोनेट से उदासीन किया जाता है और फिर इसमें थोड़ा सा अकुरित माल्ट या अन्य पदार्थ, जो लैक्टिक अम्ल जीवाणुओं के लिए भोजन का कार्य करता है, डाल दिया जाता है। इसके बाद इसमें उपयुक्त लैक्टिक अम्ल जीवाणु (*Lactobacillus delbrückii* or *Lactobacillus bulgaricus*) के कल्चर की उचित मात्रा मिला कर ५०° से ० ग्रे ताप पर रख दिया जाता है। इस ताप पर लैक्टिक अम्ल जीवाणु विलयन में मौजूद ग्लूकोस का किण्वन कर उसे लैक्टिक अम्ल में विच्छेदित कर देता है। बीच-बीच में कैल्सियम कार्बोनेट (या जिंक कार्बोनेट) डाल कर उत्पन्न हुए लैक्टिक अम्ल को उदासीन करते जाते हैं। यदि अम्ल को उदासीन नहीं किया जाता तो एक सीमा से अधिक अम्ल की मात्रा के विलयन में एकत्रित होने पर किण्वन रुक जाता है और फिर और अधिक लैक्टिक अम्ल नहीं उत्पन्न होता। अभिक्रियाएँ निम्न समीकरणों के अनुसार होती हैं —



किण्वन की समाप्ति के बाद किण्वित द्रव में लैक्टिक अम्ल कैल्सियम लैक्टेट (या जिंक लैक्टेट) के रूप में रहता है। इसमें जितना कैल्सियम लैक्टेट रहता है उसी के तुल्यांक अनुपात में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल कैल्सियम लैक्टेट को विच्छेदित कर कैल्सियम सल्फेट और लैक्टिक अम्ल उत्पन्न करता है। छानने पर अविलेय कैल्सियम सल्फेट अलग निकल जाता है और विलयन में केवल लैक्टिक अम्ल बच रहता है।

यदि किण्वन-क्रिया में लैक्टिक अम्ल को उदासीन करने के लिए जिंक कार्बोनेट का उपयोग किया गया है तो किण्वित द्रव में जिंक लैक्टेट रहता है। इसमें हाइड्रोजन

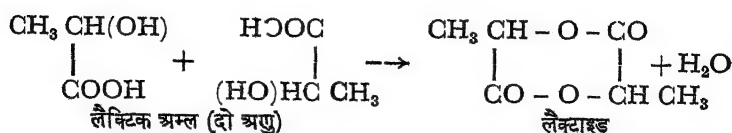
सल्फाइड गैस (H_2S) प्रवाहित की जाती है। जिक सल्फाइड अवक्षेपित हो कर पृथक् हो जाता है और लैक्टिक अम्ल मुक्त रूप में विलयन में रहता है। छान कर जिक सल्फाइड को निकालने के बाद लैक्टिक अम्ल का विलयन प्राप्त होता है।

ऊपर जो लैक्टिक अम्ल का विलयन प्राप्त होता है उसे निर्वात वाष्पको में वाष्पित कर सान्द्र किया जाता है। एक गाढी चाशनी के रूप में अशुद्ध लैक्टिक अम्ल प्राप्त होता है। इससे शुद्ध लैक्टिक अम्ल प्राप्त करने के लिए इसे शुद्ध मेथिल ऐलकोहल से शुष्क हाइड्रोजन क्लोराइड गैस की उपस्थिति में अभिकृत किया जाता है। लैक्टिक अम्ल मेथिल लैक्टेट में परिणत हो जाता है। प्रभाजी आसवन द्वारा मेथिल लैक्टेट को पृथक् कर शुद्ध रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। इसे फिर पानी के साथ उबाला जाता है जिसके फलस्वरूप यह मेथिल ऐलकोहल और लैक्टिक अम्ल में जल-विश्लेषित हो जाता है। आसवन करने पर वाष्पशील मेथिल ऐलकोहल निकल जाता है और लैक्टिक अम्ल विलयन के रूप में बच रहता है। इस विलयन को निर्वात में वाष्पित कर सान्द्र किया जाता है। शुद्ध लैक्टिक अम्ल एक श्यान द्रव (viscous liquid) के रूप में प्राप्त होता है।

गुणधर्म—लैक्टिक अम्ल एक रगरहित श्यान द्रव है जिसका क्वथनांक 122° से० ग्रे० है। जब इसे शोषित्र (desiccator) में काफी समय तक रखा रहने दिया जाता है तो यह धीरे-धीरे मणिभीकृत होता है। ऐसीटोन में इसका विलयन बना कर भी इसे मणिभीकृत किया जा सकता है। मणिभ 1.2° से० ग्रे० पर पिघलते है। यह पानी, ऐलकोहल और ईथर में शीघ्र विलेय है।

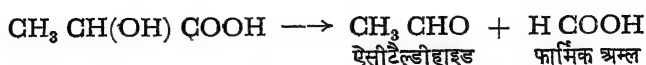
लैक्टिक अम्ल में एक असममित कार्बन (asymmetric carbon) रहता है और इस कारण यह प्रकाश-सक्रिय (optically active) दो समावयवी रूपों में पाया जाता है—एक समावयवी दक्षिणावर्ती (dextrorotatory) है और *d*-लैक्टिक अम्ल कहलाता है, दूसरा वामावर्ती (laevorotatory) है और *l*-लैक्टिक अम्ल कहलाता है। इन दोनों समावयवियों का समान मात्रा का मिश्रण प्रकाश-निष्क्रिय होता है और रैसीमिक लैक्टिक अम्ल (racemic lactic acid) कहलाता है।

जब इसे अकेला गरम किया जाता है तो यह थोड़ी मात्रा में लैक्टाइड बनाता है। अभिक्रिया निम्न प्रकार से होती है —



लैक्टाइड एक मणिभीय ठोस है (गलनांक 125° से० ग्रे०)।

लैक्टिक अम्ल को जब तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ गरम किया जाता है तो यह विच्छेदित हो कर फार्मिक अम्ल और ऐसीटैल्डीहाइड देता है —



आक्सीकृत किये जाने पर लैक्टिक अम्ल पहले पाइरुविक अम्ल (pyruvic acid) देता है और फिर पाइरुविक अम्ल को आक्सीकृत करने पर ऐसीटिक अम्ल और कार्बन डाइ-आक्साइड बनते हैं —



उपयोग—लैक्टिक अम्ल का विभिन्न उद्योगों में बड़ा उपयोग है। अशुद्ध लैक्टिक अम्ल का उपयोग चमड़े के कमाने की क्रिया में खाल को चूना रहित (deliming) करने के लिए बहुत होता है।

वर्तमान समय में लैक्टिक अम्ल की बड़ी माँग ऐक्रिलेट प्लास्टिक उद्योग में है। यह ऐक्रिलिक अम्ल (acrylic acid) प्राप्त करने का मुख्य स्रोत है। ऐक्रिलिक अम्ल के लवणों से अनेक प्लास्टिक बनाये जाते हैं।

लैक्टिक अम्ल के कई लवणों का चिकित्सा में तथा उद्योगों में बहुत उपयोग होता है। उदाहरणार्थ,

(i) रगाई और छपाई के उद्योग में ऐंटीमनी लैक्टेट का रगस्थापक (mordant) के रूप में उपयोग होता है।

(ii) कैल्सियम लैक्टेट शरीर में कैल्सियम की कमी को पूरा करने के लिए खाने की दवा के रूप में काम में आता है।

(iii) टाइटेनियम लैक्टेट का उपयोग चमड़ा कमाने (tanning) में होता है।

(iv) सोडियम और पोटैशियम लैक्टेट, जो चाशनी की तरह के द्रव हैं, ग्लिसरोल के स्थान में बहुत से कामों में प्रयुक्त किये जाते हैं।

२ ३-ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल (2 3-Butylene Glycol)

किण्वन उद्योग के आरम्भ में ही यह ज्ञात हो चुका था कि स्टार्च और शर्कराओं का विभिन्न जीवाणुओं द्वारा किण्वन कराने पर थोड़ी मात्रा में २ ३-ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल बनता है। किन्तु उस समय ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल का विशेष महत्त्व न होने के कारण इस ओर लोगों ने कोई ध्यान नहीं दिया। सन् १९३१ के बाद जब लोगों को

यह ज्ञात हुआ कि कृत्रिम रबर बनाने के लिए ब्यूटाडाईन बड़ी सरलता से ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल से बनाया जा सकता है तब से इस ओर विशेष ध्यान दिया जाने लगा ।

ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल किण्वन में दो जीवाणु महत्त्व के हैं—एरोबैक्टर एरोजेन्स (*Aerobacter aerogenes*) और एरोबैसिलस पालीमिक्सा (*Aerobacillus polymyxa*) । एरोबैक्टर एरोजेन्स केवल शर्करा को किण्वित करता है, स्टार्च को नहीं । एरोबैसिलस पालीमिक्सा स्टार्च को सीधे ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल में परिवर्तित करता है ।

क्लाइवर और शेफर^{१३} (Kluyver and Scheffer) ने सन् १९३३ में एरोबैक्टर एरोजेन्स के किण्वन द्वारा शर्करा से ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल बनाने की विधि ज्ञात की । इस विधि में स्टार्चयुक्त अन्न या अन्य वस्तु को मैश में परिवर्तित करने के बाद इसे डायस्टेस-किण्वन द्वारा शर्करा में पहले परिणत किया जाता है, और फिर इस शर्करा का किण्वन एरोबैक्टर एरोजेन्स द्वारा ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल में किया जाता है । किन्तु इसमें सबसे बड़ा दोष यह है कि किण्वित द्रव में से ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल निकालने में कठिनाई पड़ती है, क्योंकि अन्न के दानों के छिलके आदि अवशिष्ट पदार्थ ग्लाइकॉल को पूर्ण रूप से निकालने देने में रूकावट डालते हैं ।

सन् १९४४ में एरोबैसिलस पालीमिक्सा द्वारा स्टार्च को सीधे ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल में किण्वित करने की विधि ज्ञात हुई^{१४, १५} । यदि मैश में शर्करा मौजूद रहती है तो किण्वन ठीक से नहीं हो पाता । इस विधि में स्टार्च-युक्त अनाज को 'मैश' के रूप में करने के बाद उसका किण्वन एरोबैसिलस पालीमिक्सा द्वारा ३५°-३७° सें० ग्रे० ताप पर कराया जाता है । स्टार्च का किण्वन हो जाता है और दो पदार्थ मुख्य रूप से बनते हैं—ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल और एथिल ऐलकोहल । इन दोनों का अनुपात लगभग दो भाग ग्लाइकॉल और एक भाग एथिल ऐलकोहल रहता है । इस विधि में एरोबैक्टर एरोजेन्स के किण्वन की तरह किण्वित द्रव में से ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल को निकालने में कोई विशेष कठिनाई नहीं पड़ती । किन्तु इस विधि में केवल एक ही दोष है और वह यह कि मैश बहुत पतला लेना पड़ता है जिसके कारण किण्वित द्रव में ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल की प्रतिशत मात्रा बहुत कम रहती है ।

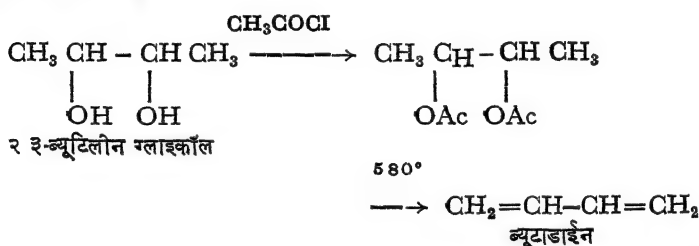
किण्वन की समाप्ति के बाद किण्वित द्रव में से ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल को या तो वाष्प-आसवन (steam distillation) द्वारा या ईथर अथवा किसी अन्य विलायक के निष्कर्षण द्वारा प्राप्त किया जाता है । विलायक द्वारा निष्कर्षण की रीति अधिक अच्छी है । इसमें किण्वित द्रव को पहले वाष्पित कर कुछ सान्द्र कर लिया जाता है और फिर विलायक द्वारा इसका निष्कर्षण किया जाता है । ग्लाइकॉल का

विलयन लिये गये विलायक में प्राप्त होता है। इस विलयन का वाष्पन करने पर विलायक वाष्पित हो कर निकल जाता है और ग्लाइकॉल बच रहता है। यह शुद्ध नहीं होता। इस अशुद्ध ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल का प्रभाजी आसवन करने पर यह शुद्ध रूप में प्राप्त हो जाता है।

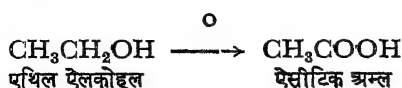
ऊपर की विधि से कई देशों में और विशेष कर अमेरिका तथा कनाडा में ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल व्यापारिक मात्रा में बनाया जाता है।

गुणधर्म—ब्यूटिलीन ग्लाइकॉल एक श्यान द्रव है। इसका स्वाद कुछ मीठा होता है। यह पानी और ऐलकोहल में शीघ्र विलेय है।

इसका बड़ा उपयोग कृत्रिम रबर उद्योग में ब्यूटाडाईन बनाने के लिए होता है। इसे पहले डाइ-ऐसीटिल यौगिक में परिवर्तित कर फिर उसे ऊँचे ताप पर गरम करने से ब्यूटाडाईन बनती है —



इस अध्याय में केवल कुछ थोड़े से रासायनिक यौगिकों की चर्चा की गयी है जो स्टार्च अथवा स्टार्च से बनायी गयी शर्करा के किण्वन से प्राप्त होते हैं। इनके अतिरिक्त कई अन्य रासायनिक यौगिक और प्राप्त होते हैं जो विभिन्न जीवाणुओं या फफूँडों के शर्करा या अन्य पदार्थों पर क्रिया करने से बनते हैं। ये सब पदार्थ भी जिनका किण्वन जीवाणु या फफूँद करते हैं, स्टार्च से ही किसी विधि द्वारा प्राप्त किये जाते हैं। अधिकांश किण्वनों में शर्करा आरम्भिक पदार्थ होती है और यह शर्करा स्टार्च से प्राप्त की जाती है। किण्वन-क्रिया द्वारा प्राप्त होने वाले कुछ अन्य रासायनिक पदार्थ निम्न हैं — सिरका (vinegar), जो एथिल ऐलकोहल का ऐसीटोबैक्टर (Acetobacter) जीवाणुओं या माइकोडेरमा ऐसीटी (Mycoderma aceti) फफूँद द्वारा किण्वन कराने से बनता है। इस किण्वन में एथिल ऐलकोहल का ऐसीटिक अम्ल में आक्सीकरण हो जाता है —



साइट्रिक अम्ल इन्सु-शर्करा को ऐस्पेरजिलस नाइजर (*Aspergillus niger*) फफूंद द्वारा किण्वित कराने से बनता है। इसी फफूंद द्वारा ग्लूकोस का किण्वन करने पर ग्लूकॉनिक अम्ल प्राप्त होता है।

निर्देश

- 1 L A Underkofler, E I Fulmer and L Schoene *Ind. Eng. Chem*, 1939, 31, 734
- 2 L C Hao, E I Fulmer and L A Underkofler, *Ind. Eng. Chem*, 1943, 35, 814
- 3 L A Underkofler, *Brewers Digest*, 1942, 17, No 12, 29
- 4 L A Underkofler and E I Fulmer, *Chromica Botanica*, 1943, 7, 420
- 5 L D Beckord, Eric Kneen and K H Lewis, *Ind. Eng. Chem*, 1945, 37, 692
- 6 E I Fulmer *Iowa Corn Res. Inst*, 1943, 3, No 1
- 7 W H Perkin, *J. Soc. Chem. Ind.*, 1912, 31, 616
- 8 A Gill, *J. Soc. Chem. Ind.*, 1919, 38, 273 T
- 9 C. Neuberg and A Hildesheimer, *Biochem. Zeit.*, 1911, 31, 170
- 10 C. Neuberg and E. Reinfuith *Biochem. Zeit.*, 1920, 106, 281
- 11 R J Hickey, E I Fulmer and L A Underkofler, U S. Patent Application
- 12 A J Kluyver and C Scheffer, U S P 1899, 156, 28/2/1933
- 13 H Katznelson, *Can. J. Research*, 1944, 22 C, 235
- 14 G A Ledingham and G A Adams, *Can. Chem. Process. Inds.*, 1944, 28, 742, 801

स्टार्च से बने आसंजक

ऐसे पदार्थ जो दूसरी वस्तुओं को चिपकाने के काम में आते हैं आसंजक (adhesives) कहलाते हैं। ये बहुत प्रकार के होते हैं और वनस्पति तथा जन्तु दोनों स्रोतों से प्राप्त होते हैं। आज से लगभग ६० वर्ष पूर्व जन्तु-जगत् से प्राप्त पदार्थों का ही उपयोग मुख्य रूप से चिपकाने के कार्य के लिए होता था और इन सब पदार्थों में सरेस प्रधान था। किन्तु अब वनस्पति पदार्थों का उपयोग आसंजक के रूप में अधिक होने लगा है। वनस्पति पदार्थों से बनाये गये आसंजक तेज गति से चलने वाली मशीनों द्वारा लेबल चिपकाने के उपयुक्त विशेष रूप से होते हैं। ये दफ्ती के बक्स और प्लाईवुड (plywood) बनाने में तथा लिफाफों और टिकटों पर गोद के रूप में लगाने के लिए भी उपयुक्त सिद्ध हुए हैं।

स्टार्च का उपयोग आसंजक के रूप में बहुत प्राचीन काल में मिस्र में होता था। प्लाइन (Pliny, १३० ईसवी पूर्व) ने भी चर्चा की है कि स्टार्च की लेई का उपयोग पपीरस (papyrus) को चिकना करने के लिए होता था। प्राचीन काल के चीन के कागज के जो नमूने मिले हैं उनके परीक्षण से जान पड़ता है कि प्राचीन चीन में भी कागज की सतह को चिकना और रगहीन बनाने के लिए स्टार्च की लेई का उपयोग किया जाता था। फ्रान्स में सत्रहवीं शताब्दी के समय के जो चित्र और कागज दीवारों पर चिपके मिले हैं उनसे भी यह स्पष्ट है कि उस काल में सजावट के अर्थ दीवारों पर कागजों के चिपकाने के लिए आटे की लेई का उपयोग होता था। इन सब तथ्यों से यह स्पष्ट है कि स्टार्च का उपयोग आसंजक के रूप में बहुत प्राचीन काल से होता रहा है।^१ जब से डाक के टिकटों और गोद लगे लिफाफों का चलन आरम्भ हुआ है तब से आसंजक पदार्थों का उपयोग बहुत बढ़ गया है। आजकल व्यापार में वस्तुओं को रखने के लिए कागज के थैलों तथा दफ्ती के बक्सों का बहुत प्रचलन है और इन थैलों तथा बक्सों को बनाने के लिए उपयुक्त आसंजक की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार फोटों को दफ्ती पर चिपकाने के लिए भी उपयुक्त आसंजक चाहिए। विभिन्न प्रकार के कार्य के लिए विभिन्न गुण वाले आसंजकों की आवश्यकता होती

है और आज विभिन्न उद्योगों के उपयुक्त आसजको को बनाना स्वयं एक बड़ा उद्योग है।

वनस्पति-आसजको में सबसे बड़ी अच्छाई यह है कि ये कमरे के ताप की अवस्था में या कुनकुने ताप की अवस्था में उपयोग किये जा सकते हैं। जन्तु-आसजको का उपयोग केवल गरम अवस्था में ही हो सकता है। इसके साथ ही एक दूसरा गुण वनस्पति-आसजको में यह है कि इनमें न तो कोई विशेष गंध होती है और न कोई स्वाद। अतः इनका उपयोग भोजन की वस्तुओं की पैकिंग के लिए तथा उन सब वस्तुओं पर लगाने के लिए जिनका सम्पर्क जीभ से होने की सम्भावना रहती है (जैसे टिकट और लिफाफे) किया जा सकता है। इसके विपरीत जन्तु-आसजको में साधारणतः तीव्र दुर्गन्ध होती है जिसके कारण भोजन वस्तुओं की पैकिंग आदि के लिए ये अनुपयुक्त हैं।

विभिन्न आसजक विभिन्न गुण के होते हैं। एक आसजक जो किसी विशेष कार्य के लिए उपयुक्त है, सम्भव है वह किसी दूसरे कार्य के लिए एकदम अनुपयुक्त हो। अतः इनके सम्बन्ध में यह बात बड़े महत्त्व की है कि जिस कार्य के लिए आसजक का चुनाव करना है ऐसा आसजक चुना जाय जो उस कार्य के लिए उपयुक्त हो। जो आसजक बोतल पर लेबल चिपकाने के लिए उपयुक्त है वे लकड़ी पर लेबलो को चिपकाने के लिए भी उपयुक्त हो यह आवश्यक नहीं है। आसजक की किसी काम के लिए उपयुक्तता इस बात पर भी कुछ अंश तक निर्भर करती है कि उसे हाथ से लगाना है या यंत्र द्वारा। हाथ से लगाने में काफी गाढ़ा आसजक प्रयोग किया जा सकता है, किन्तु मशीन द्वारा इस्तेमाल करने में आसजक का काफी पतला होना आवश्यक है। पतली अवस्था में होने पर बहुत से आसजक लेबलो को इतना गीला कर देते हैं कि सूखने पर लेबलो पर झुर्रियाँ सी दिखलाई देती हैं जिनके कारण लेबलो की सुन्दरता नष्ट हो जाती है। मशीन द्वारा इस्तेमाल होने वाले आसजको में यह भी गुण हीना चाहिए कि पतली अवस्था में उनमें चिपकाने का अच्छा गुण हो और वे उस वस्तु को, जिसके लिए उनका उपयोग हुआ है, मजबूती से चिपका सकें। इसके साथ ही इनमें घागे के रूप में हो जाने का दोष भी नहीं होना चाहिए। प्रायः कुछ आसजक ऐसे होते हैं कि जब उनके द्वारा किन्हीं दो वस्तुओं को परस्पर चिपका कर फिर उन दोनों वस्तुओं को एक दूसरी से पृथक् किया जाता है तो इन दोनों के बीच में लगा आसजक घागे के रूप में हो कर निकलने लगता है। इस प्रकार का आसजक मशीन द्वारा उपयोग किये जाने के लिए बिल्कुल अनुपयुक्त होता है। मशीन जब तेज गति से घूमती है तो ऐसे आसजक घागे के रूप में हो कर इधर-उधर छिटक जाते हैं और ठीक से लगाये नहीं जा सकते। उदाहरणार्थ, टैपियोका स्टार्च की लेई यद्यपि हाथ

से लगाने के लिए उपयुक्त है पर मशीन से लगाने के लिए उपयुक्त नहीं है। मशीन द्वारा प्रयोग किये जाने के लिए इसे पतला बनाना पड़ता है और उस दशा में यह लेबलो को इतना भिगो देती है कि सूखने पर लेबलो पर सिकुड़ने दिखलाई देती है। इसके साथ ही पतली अवस्था में इसमें चिपकाने की शक्ति भी कम रहती है। इसी प्रकार अनुभव से यह ज्ञात हुआ है कि टैपियोका डेक्सट्रिन और आलू का डेक्सट्रिन दोनों का पृथक् विलयन मशीन द्वारा इस्तेमाल किये जाने पर धागे बनाता है, किन्तु यदि टैपियोका स्टार्च और आलू के स्टार्च को उपयुक्त अनुपात में मिला कर इस मिश्रण से डेक्सट्रिन बनाया जाय तो इसका विलयन मशीन द्वारा लेबलो पर लगाये जाने पर धागे के रूप में नहीं परिवर्तित होता।

कुछ वस्तुओं पर चिपके लेबलो को पानी के सम्पर्क में प्रायः आना पड़ता है। अतः ऐसे लेबलो में जो आसजक लगाया जाय उसे ऐसा होना चाहिए कि उस पर पानी का शीघ्र प्रभाव न पड़े। आसजको को जल-प्रतिरोधक बनाने के लिए उनमें प्रायः बेरियम या कैल्सियम हाइड्राक्साइड अथवा कोई अन्य रासायनिक पदार्थ डाला जाता है।

पुरानी खाली शीशियों और बोतलों को पुनः बिक्री के लिए नया सामान भरने के काम में लाया जाता है। ऐसी अवस्था में इन पर चिपके पुराने लेबलो को निकाल कर उनकी जगह नया लेबल लगाना पड़ता है। अतः इन शीशियों और बोतलों पर लेबल चिपकाने के लिए जिस आसजक का उपयोग हो उसे ऐसा होना चाहिए कि बोतलो को पानी में थोड़ी देर तक डुबा रखने पर लेबलो पर लगे आसजक घुल कर निकल जायँ और लेबल सरलता से छूट जायँ।

काँच की सतह पर लेबल चिपकाने के अतिरिक्त हमें लकड़ी के दो टुकड़ों को परस्पर जोड़ने के लिए भी आसजको की आवश्यकता होती है। इसके लिए आसजको में दो गुणों का होना बहुत आवश्यक है। पहला यह कि आसजक लकड़ी की सतह के प्रत्येक रंध्र में घुस सके और दूसरा यह कि पतली पर्त के रूप में लगे रहने पर यह लकड़ी के टुकड़ों को परस्पर मजबूती से जोड़ सके।

प्रत्येक आसजक में एक यह गुण होना भी बहुत आवश्यक है कि सूखने पर यह पपड़ी के रूप में उच्चलने न लगे, या इतना भगुर न हो कि जरा सा दबाव पड़ने पर चूर हो कर निकल जाय। पेड़ों के गोदों में यह दोष रहता है। ये भगुर होते हैं और जब इनका विलयन सूख जाता है तो ये पपड़ी के रूप में प्रायः उच्चल कर निकलने लगते हैं और दबाव पड़ने पर चूर हो कर गिर जाते हैं। आसजको के इस दोष को दूर करने के लिए उनमें ग्लिसरीन, ग्लूकोस या कुछ अन्य पदार्थ प्रायः मिलाये जाते हैं।

स्टार्च तथा उसके व्युत्पन्न से विभिन्न प्रकार के आसजक बनाने की विधि तथा उनकी उपयोगिता यहाँ दी जाती है।

आटे की लेई (Flour paste)—सीधे आटे की लेई का उपयोग आसजक के अर्थ कई प्रकार के कामो में किया जाता है। दफ्ती के बक्सो में कागज चिपकाने, दीवारों पर कागज चिपकाने, पुस्तकों की जिल्द बँधाई, कागजों के खिलौने तथा विभिन्न प्रकार के अन्य सामान बनाने में आटे की लेई का उपयोग व्यापक रूप से किया जाता है। यह लेई बहुत धीरे-धीरे सूखती है और इस कारण प्रायः कागज उचलने लगता है। ऐसी दशा में स्टार्च या डेक्सट्रिन का आसजक व्यवहार में लाया जाता है।

आटे की लेई ऐसी बनानी चाहिए कि वह समाग और चिकनी हो। उसमें कोई गुठलापन न हो। दफ्ती के बक्सो और अटैची आदि पर कागज चिपकाने के लिए इस प्रकार की चिकनी लेई ही ठीक होती है। हाथ से बोतलों के लेबलों पर लगाने के लिए भी यह उपयुक्त होती है किन्तु मशीन द्वारा लगाये जाने के लिए यह उपयुक्त नहीं होती। यदि लेई को दीवारों पर इश्तिहार चिपकाने के लिए व्यवहार में लाना है तो इसमें यह गुण होना आवश्यक है कि मौसमों की गर्मी और ठंडक तथा वर्षा का प्रभाव इस पर विशेष न पड़े। एक दूसरा गुण इसमें यह भी होना चाहिए कि सूखने पर लेई लगभग पारदर्शक हो। यदि सूखने पर लेई की पर्त पारदर्शक नहीं होती तो रंगीन इश्तिहारों के लिए व्यवहार किये जाने के यह उपयुक्त नहीं होती, क्योंकि ऐसी दशा में रंगीन इश्तिहारों के नीचे सफेद घब्बे से दिखलाई देते हैं।

गेहूँ और राई (rye) के आटे की लेई अधिक अच्छी होती है, किन्तु मकई, जौ और चावल के आटे की लेई भी प्रायः बनायी जाती है और आसजक के रूप में विभिन्न कामों के लिए उपयोग की जाती है। एक बार लेई बना कर साधारणतः इसे कई दिनों तक उपयोग में लाया जाता है, अतः रखने पर यह खराब न होने पाये यह आवश्यक है। लेई को स्थायी रखने के लिए इसमें थोड़ा सा ऐसीटिक अम्ल डाला जाता है। लेई में जल-धारण शक्ति (water holding capacity) जितनी अधिक होती है उतनी ही अधिक वह स्थायी होती है। विभिन्न लेई तथा आसजकों की जल-धारण शक्ति का आपेक्षिक अनुमान निम्न परीक्षण द्वारा किया जा सकता है —

विभिन्न आटे या स्टार्च जिनकी लेइयों की तुलना करनी होती है उनमें समान मात्रा में पानी मिला कर उनकी अलग अलग पतली लेई बना ली जाती है। फिर ठंडा होने के लिए रख दिया जाता है। जब ठीक श्यानता की लेई बन जाती है तो प्रत्येक में से समान माप का बेलनाकार टुकड़ा काट कर काँच के ऊपर रखे एक छत्रे कागज (filter) पर खड़ा रख दिया जाता है। प्रत्येक को बेल-जार से ढक दिया जाता है। कुछ समय

बाद प्रत्येक छन्ने कागज पर बने नमी के वृत्त का निरीक्षण किया जाता है। जिस लेई में वृत्त का घेरा सबसे बड़ा होता है उसमें जल-धारण शक्ति सब से कम रहती है। जिस आटे की लेई से सब से छोटा वृत्त बनता है वह लेई सबसे अधिक जल-धारण शक्ति की होती है। इस प्रकार इस परीक्षण द्वारा मोटे तौर से लेई की जल-धारण शक्ति का तुलनात्मक अनुमान लगाया जा सकता है।

ऊपर बतलाये अन्नो के अतिरिक्त कुछ कदो, जैसे टैपियोका और आलू, के महीन पिसे आटे की लेई भी साधारण कामो के लिए इस्तेमाल की जाती है, किन्तु ये लेइयाँ अधिक टिकाऊ नहीं होती और इस कारण केवल बहुत मामूली और सस्ते कामो में ही इनका उपयोग किया जाता है।

यदि लेई अच्छी बनानी है तो इसका ध्यान रखना चाहिए कि जो आटा लिया जाय वह अच्छी जाति का हो और साथ ही लेई बनाते समय सफाई रखी जाय। यदि सफाई का उचित ध्यान नहीं रखा जाता तो रखने पर लेई पर फफूँद पैदा हो जाती है। ये फफूँद लेई के स्टार्च का किण्वन कर देती है और फलस्वरूप लेई का आसजक गुण नष्ट हो जाता है। फफूँदो से लेई की रक्षा करने के लिए आरम्भ में आटे में ०.१ से ०.२ प्रतिशत तक क्लोरीन आक्साइड मिश्रित हवा कुछ समय तक प्रवाहित की जाती है।

लेई की आसजकता तथा स्थायित्व (stability) की वृद्धि के लिए इसमें प्रायः ऐल्यूमिनियम सल्फेट और ग्लिसरीन मिलायी जाती है। ऐल्यूमिनियम सल्फेट लेई की आसजकता में वृद्धि करने के अतिरिक्त उसको परिरक्षित भी रखता है, लेई के सूखने के बाद उसे पानी के प्रभाव से बचाने में भी ऐल्यूमिनियम सल्फेट सहायता करता है। ग्लिसरीन लेई को अधिक चिकना बनाती है और लेई के सूखने पर इसकी पर्त को मुलायम रखती है जिससे पपड़ी के रूप में लेई उचलने नहीं पाती।

लेई को ठीक स्थान में सुरक्षित रखने का भी ध्यान रखना आवश्यक है। इसे साधारण ठंडे स्थान में रखना चाहिए। इतने ठंडे स्थान में भी नहीं रखना चाहिए कि लेई जम जाय। ठंड से जमने पर लेई का पानी पृथक् हो जाता है और एक स्पज की तरह का भगुर ठोस बच रहता है जिसमें आसजकता का कोई गुण नहीं होता।

स्टार्च आसजक (Adhesives From Starch)

बनाने की विधि में थोड़ा अन्तर करने से स्टार्च से विभिन्न रूप तथा गुण के आसजक बनाये जाते हैं। एक ही विधि से बनाते समय विभिन्न ताप रखने पर भी पतले आसजक से लेकर बहुत गाढ़े आसजक तक प्राप्त होते हैं। विभिन्न अन्नो तथा

अन्य पदार्थों के स्टार्चों से बनाये गये आसजक भी एक दूसरे से गुणो में बहुत भिन्नता प्रदर्शित करते हैं। गुणो की इस भिन्नता के आधार पर ही विभिन्न स्टार्चों के आसजको का उपयोग विभिन्न कामो के लिए किया जाता है।

आसजक बनाने के लिए आलू और टैपियोका के स्टार्चों का उपयोग सब से अधिक होता है। इन दोनों में भी टैपियोका स्टार्च विभिन्न प्रकार के आसजक बनाने के लिए अधिक उपयुक्त है। टैपियोका स्टार्च के आसजको की श्यानता (viscosity) अधिक होती है और ये चिकने भी होते हैं। इनके जोड़ आलू के स्टार्च से बनाये गये आसजको की अपेक्षा अधिक मजबूत होते हैं। इसके साथ ही टैपियोका स्टार्च के आसजको में एक अच्छाई यह भी है कि ये बहुत सरलता से बन भी जाते हैं। आलू के स्टार्च से बने आसजको में एक बड़ा दोष यह भी होता है कि उनमें कुछ कड़वा स्वाद होता है तथा अरुचिपूर्ण गंध होती है।

स्टार्च से निम्न प्रकार के आसजक बनाये जाते हैं —

- (१) कास्टिक क्षारो के योग से,
- (२) अन्य क्षारीय पदार्थों के योग से,
- (३) अम्लो के योग से,
- (४) लवणो, आक्सीकारको तथा फुलाने वाले पदार्थों (swelling agents) आदि के योग से।

कास्टिक क्षारो के योग से स्टार्च आसजक बनाना—कास्टिक क्षारो की स्टार्च पर प्रक्रिया कराने से जो पदार्थ प्राप्त होते हैं वे बाजारी में विभिन्न नामो से पुकारे जाते हैं, जैसे कोलोडाइन (collodine) तथा कोले-डु-जापोन (Colle-du-japon) आदि।

स्टार्च पर कास्टिक क्षारो की प्रक्रिया द्वारा ऐसे आसजक प्राप्त होते हैं जिनकी आसजक शक्ति बहुत अधिक होती है। इन आसजको के जोड़ इतने मजबूत होते हैं कि जो दो पदार्थ इनके द्वारा जुड़े रहते हैं वे एक बार टूट सकते हैं, किन्तु जोड़ जल्दी नहीं टूट सकता। इनके जोड़ो पर पानी का भी प्रभाव शीघ्र नहीं पड़ता। ये आसजक ठंडी तथा गरम दोनों विधियो से बनाये जाते हैं। ठंडी विधि से बनाये गये आसजक गरम विधि से बनाये गये आसजको की अपेक्षा कम टिकाऊ होते हैं।

ठंडी विधि में आसजक बनाने की समस्त क्रियाएँ लगभग २०° से ० ग्रे० ताप पर करायी जाती हैं। क्रियाओ के पूरा होने में लगभग १२ घंटे लगते हैं और इसके बाद क्षार को किसी अम्ल द्वारा या ऐसे लवण द्वारा जो क्षार से अभिक्रिया करता है उदासीन किया जाता है। प्रायः उदासीन करते समय क्षार को पूर्ण उदासीन नहीं करते,

केवल उस सीमा तक उदासीन करते हैं कि आसजक हल्का क्षारीय रहे। थोड़ा क्षारीय रहने से आसजक अधिक टिकाऊ होता है, किन्तु इसमें एक दोष यह होता है कि प्लाई-वुड की पतों को चिपकाने के लिए इसका उपयोग करने पर लकड़ी पर प्रायः रंग के घब्बे आ जाते हैं। ऐसे आसजको को ठीकी अवस्था में ही इस्तेमाल भी किया जाता है। इन आसजको में ३३ से ४० प्रतिशत तक स्टार्च रहता है और ये विभिन्न कार्यों के लिए डेक्सट्रिन के आसजको के स्थान में इस्तेमाल किये जा सकते हैं।

क्षार के योग से बना सबसे पहला स्टार्च आसजक सन् १८८८ में मार्सडेन^१ (Marsden) ने बनाया था और बाजार में बिकने के लिए चूर्ण रूप में रखा था। इस चूर्ण में स्टार्च, कास्टिक क्षार और ऐमोनियम सल्फेट था। इसे पानी में डालने पर आसजक प्राप्त हो जाता था। पानी डालने पर क्षार पानी में घुल कर स्टार्च पर प्रक्रिया करता था और उसे लेई के रूप में परिणत करता था। क्रिया के अन्त में बचा क्षार ऐमोनियम सल्फेट द्वारा उदासीन हो जाता था। उदासीनीकरण की क्रिया में जो ऐमोनिया उत्पन्न होती थी वह हवा में धीरे-धीरे उड़ जाती थी।

इसके बाद सन् १८९६ में जे० कैंटोरोविट्ज^१ (J. Kantorowitz) ने क्षार की अभिक्रिया से स्टार्च आसजक बनाने की अपनी विधि का पेटेंट कराया। इस विधि में स्टार्च को पहले कास्टिक सोडा से अभिकृत किया जाता है, फिर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा उदासीन कर या तो मैग्नीशियम सल्फेट द्वारा अवक्षेपित किया जाता है या २०° से० ग्रे० पर कुछ घंटों तक रख दिया जाता है जिससे यह अवक्षेपित हो जाता है।

परकिन्स^१ (Perkins) ने सन् १९११ में एक विधि का पेटेंट अमेरिका में कराया जिसमें स्टार्च को पहले तनु अम्ल से अभिकृत कर फिर क्षार से अभिकृत किया जाता है। इस विधि में अधिकतर कैसावा स्टार्च (Cassava starch) का उपयोग किया जाता है। स्टार्च में समान मात्रा में पानी मिला कर दो प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ ५५° से० ग्रे० पर लगभग ५ घंटे तक अभिकृत किया जाता है। इसके बाद स्टार्च को पृथक् कर और धो कर सुखा लिया जाता है। फिर इस सूखे स्टार्च का उपयोग आवश्यकतानुसार आसजक बनाने में होता है। आसजक बनाने के लिए इसमें समान मात्रा में पानी मिला कर एक पकक (स्लरी) बनाया जाता है। इस पकक में तोल से १५ भाग ३३ प्रतिशत कास्टिक सोडा विलयन मिलाया जाता है और फिर इसे थोड़े समय तक गरम किया जाता है। एक चिकनी समाग जेली बन जाती है। अन्त में इस जेली के कास्टिक क्षार को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा उदासीन कर दिया जाता है। अब आसजक तैयार हो जाता है। यह आसजक

प्लाईवुड की पर्तों को जोड़ने के काम में बहुत आता है। इसकी आसजकता बहुत अच्छी होती है और इसके जोड़ बहुत मजबूत होते हैं।

ऊपर दी हुई विधियों के अतिरिक्त कास्टिक क्षार के योग से स्टार्च आसजक बनाने की अनेक विधियाँ हैं और प्रत्येक का अलग-अलग सूत्र (recipe) है। इनमें से कुछ सूत्र नीचे दिये जाते हैं —

(१) स्टार्च १५० भाग

३६° बोमे (Be) का कास्टिक सोडा विलयन . २५ भाग

पानी . १०० भाग

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आवश्यकतानुसार

स्टार्च को पानी में मिला कर एक निलम्बन के रूप में कर लिया जाता है। ३६° बोमे शक्ति के कास्टिक सोडा के विलयन में बराबर मात्रा में पानी मिला कर तनु करने के बाद इसे स्टार्च-निलम्बन में २०° से ० ग्रे० ताप पर धीरे-धीरे डाला जाता है और कुल पदार्थ को बराबर विलोडक द्वारा चलाते रहा जाता है। अन्त में इसमें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की इतनी मात्रा डाली जाती है कि यह हलका क्षारीय रहे। आसजक अब तैयार हो जाता है।

(२) स्टार्च . . १४० भाग

३६° बोमे का कास्टिक सोडा विलयन . ३५ भाग

पानी . २१० भाग

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ५० भाग पानी में मिला कर . . . ५ भाग

सुहागा . . ० १४ भाग ५५० भाग पानी में

स्टार्च और पानी को मिला कर पहले स्टार्च-निलम्बन बनाया जाता है। ३६° बोमे कास्टिक सोडा विलयन में बराबर मात्रा में पानी मिला कर तनु करने के बाद इसे धीरे-धीरे स्टार्च-निलम्बन में डाल दिया जाता है। निलम्बन को विलोडक द्वारा बराबर चलाते रहने का प्रबन्ध रहता है। जब स्टार्च-निलम्बन समाग हो जाता है तब सुहागे का सूत्र के अनुसार बहुत तनु विलयन इसमें धीरे-धीरे डालते हैं और विलोडक द्वारा बराबर चलाते रहते हैं। अन्त में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर खूब चलाया जाता है। आसजक तैयार हो जाता है। यह हलका क्षारीय रहता है। यदि इसे पूर्ण रूप से उदासीन कर दिया जाता है तो इसकी श्यानता घट जाती है।

(३) टैपियोका स्टार्च . . . १०० भाग

यूरिया . . . १२ भाग

. . . व्हाइटिंग (whiting) . . . ५५ भाग

बेरियम पर-आक्साइड . . . ० ६ भाग
 सोडा-भस्म (soda ash) . . . ० १२ भाग
 कास्टिक सोडा . . . ३ भाग
 पानी . . . १३५ भाग

सूत्र के अनुसार स्टार्च, यूरिया, व्हाइटिंग, बेरियम पर-आक्साइड और सोडा-भस्म की ठीक मात्राएँ ले कर परस्पर अच्छी प्रकार मिला दी जाती है। इस मिश्रण में फिर पानी की ठीक मात्रा सूत्र के अनुसार डाल कर मिश्रण को खूब चलावा जाता है और ७०° से० ग्रे० ताप तक गरम किया जाता है। अन्त में कास्टिक सोडे की निर्धारित मात्रा थोड़े पानी में घोल कर डालने के बाद थोड़ी देर तक गरम किया जाता है। आसजक एक बिकनी सफेद जेली के रूप में प्राप्त होता है।

(४) स्टार्च ३२० भाग
 ३६° बोमे कास्टिक सोडा इतने ही भाग पानी के साथ ८० भाग
 ऐसीटोन ३८ भाग
 ३०% फार्मैल्डीहाइड विलयन . ६ भाग
 सोडियम कार्बोनेट ० ६५ भाग
 लाल टर्की-तेल ० ६५
 पानी ५०० भाग

सोडियम कार्बोनेट (० ६५ भाग) को पानी (५०० भाग) में घोल कर इस विलयन में स्टार्च मिलाया जाता है। फिर ३६° बोमे के कास्टिक सोडे (८० भाग) को पानी की समान मात्रा के साथ तनु कर इस विलयन को स्टार्च-निलम्बन में धीरे धीरे २०° से० ग्रे० ताप पर डाला जाता है और कुल मिश्रण को ठीक से विलोडित किया जाता है। लगभग १२ घंटे तक मिश्रण को भली भाँति चलाते रहने पर सब चीजे एक सी मिल जाती है। अब इसमें क्रम से पहले ऐसीटोन और फिर ३० प्रतिशत फार्मैल्डीहाइड विलयन की निर्धारित मात्राएँ डाली जाती हैं और अन्त में लाल टर्की तेल की आवश्यक मात्रा मिला कर मिश्रण को लगभग २० मिनट तक धीरे धीरे फेटा जाता है। एक जेली की भाँति का आसजक तैयार हो जाता है।

ऊपर का आसजक टैपियोका स्टार्च तथा आलू के स्टार्च से बहुत अच्छा बनता है।

क्षार के योग से सूखे रूप में भी स्टार्च आसजक बनाये जाते हैं। प्रयोग करते समय इन्हें पानी में मिला लिया जाता है। ऐसे तीन आसजकों के सूत्र नीचे दिये जाते हैं—

सूखा आसंजक

(५) स्टार्च . १०० भाग

३६° बोमे का कास्टिक सोडा . . . १०० भाग

स्टार्च को कास्टिक सोडा विलयन के साथ लगभग ५° से ० ग्रे० पर मिला कर अभिकृत किया जाता है। जब स्टार्च पूर्ण रूप से अभिकृत हो जाता है (लगभग १ घंटे में) तब इसे ऐलकोहल से धो कर इसका क्षार निकाल दिया जाता है और सुखा कर चूर्ण रूप में रख लिया जाता है। यह चूर्ण पानी में घोले जाने पर एक गाढ़ा आसजक देता है।

(६) स्टार्च . . १०० भाग

शुष्क कास्टिक सोडा . ५ भाग

आक्सैलिक अम्ल चूर्ण . . . ६ भाग

स्टार्च और कास्टिक सोडा को मिला कर पहले पीस लिया जाता है। फिर इसमें आक्सैलिक अम्ल चूर्ण की निर्धारित मात्रा मिला कर इसके क्षार को आंशिक रूप से उदासीन कर दिया जाता है। सूखा आसजक तैयार हो जाता है। इस आसजक चूर्ण का उपयोग करते समय इसमें पानी मिलाया जाता है। पानी मिलाने पर यह चूर्ण फूलता है और लेई के रूप में आसजक प्राप्त हो जाता है।

ऊपर के चूर्ण में एक दोष यह रहता है कि इसे पानी में मिलाने पर जो आसजक लेई प्राप्त होती है उसमें गुठले पड़ जाते हैं, वह एकदम चिकनी नहीं बनती। इस दोष को दूर करने की एक विधि यह है कि इसे बनाते समय स्टार्च को पहले सूखे कास्टिक सोडा के साथ पीस कर फिर इसमें नम स्टार्च मिलाया जाय और पुनः सबको पीस कर सुखा लिया जाय। इस विधि में जो नम स्टार्च मिलाया जाय वह यदि ऐलकोहल और पानी के मिश्रण द्वारा नम किया गया हो तो आसजक अधिक अच्छा प्राप्त होगा।

(७) ऐलकोहल और पानी के मिश्रण में बने कास्टिक सोडा के विलयन को महीन फुहारे के रूप में स्टार्च में मिलाया जाता है। रगरहित करने के लिए इसमें फिर सल्फर डाइ-आक्साइड गैस प्रवाहित की जाती है। अन्त में इसे सुखा कर इसमें आक्सैलिक अम्ल के चूर्ण की उपयुक्त मात्रा क्षार को लगभग उदासीन करने के लिए मिलायी जाती है। इस सूखे रगहीन आसजक चूर्ण का उपयोग कागज के सज्जीकरण के लिए विशेष रूप से होता है।

अन्य क्षारीय पदार्थों के योग से स्टार्च आसंजक बनाना—मृदु क्षार तथा विभिन्न अन्य क्षारीय पदार्थों के योग से भी अच्छे स्टार्च आसजक बनाये जाते हैं। मृदु क्षार स्टार्च को विलेय स्टार्च में परिवर्तित कर देता है और यह विलेय स्टार्च फिर आसजक बनाता है। कुछ उपयोगी सूत्र नीचे दिये जाते हैं :—

(१) आलू का स्टार्च . १०० भाग

ऐमोनियम पर-सल्फेट . . . १ भाग

ऐमोनियम हाइड्राक्साइड (विशिष्ट गुरुत्व ०.८८) . १ भाग

स्टार्च को पानी की उपयुक्त मात्रा में मिला कर इसमें ऐमोनियम पर-सल्फेट और ऐमोनियम हाइड्राक्साइड की निर्धारित मात्राएँ डाली जाती हैं। सब को खूब अच्छी तरह फेटने के बाद चर्बी की तरह का आसजक पतली लेई के रूप में प्राप्त होता है।

(२) स्टार्च . १०० भाग

३६° बोमे का सोडियम सिलीकेट . १४ भाग

बुझा चूना . . . ४ भाग

रोजिन साबुन . सूक्ष्म मात्रा

स्टार्च, सोडियम सिलीकेट और चूने की उपयुक्त मात्राएँ परस्पर मिला कर खूब फेटा जाता है। एक लेई प्राप्त होती है। अन्त में थोड़ा रोजिन साबुन मिला कर फिर फेटा जाता है। अब आसजक तैयार हो जाता है।

यह आसजक पेण्ट करने वालों के उपयोग के लिए बहुत उपयुक्त होता है।

(३) स्टार्च . . १ भाग

बुझे चूने का सतृप्त विलयन . . ३ भाग

आक्सैलिक चूर्ण . . आवश्यकतानुसार

स्टार्च को चूने के सतृप्त विलयन में मिला कर ७०°-८०° से ० ग्रे ० पर गरम किया जाता है। जब सब पदार्थ सूख जाता है तब इसमें आक्सैलिक अम्ल के चूर्ण की उपयुक्त मात्रा मिला कर सबको महीन पीस लिया जाता है। यह सूखा आसजक प्राप्त होता है।

[आक्सैलिक अम्ल की इतनी मात्रा मिलायी जाती है कि क्षार लगभग उदासीन हो जाय किन्तु पूर्ण उदासीन न हो।]

ऐसे रासायनिक लवणों का भी, जो जल-विश्लेषित होने पर क्षारीय विलयन उत्पन्न करते हैं, आसजक बनाने के लिए उपयोग किया जाता है। इन लवणों में सोडालाइम, सोडियम सिलीकेट और सोडियम ऐल्यूमिनेट आदि हैं।

(४) स्टार्च . . . १०० भाग

पानी . ९० भाग

३०° बोमे का सोडियम सिलीकेट . ३० भाग

स्टार्च को पानी में मिलाने के बाद उसमें सोडियम सिलीकेट डाल दिया जाता है। सब को विलोडक द्वारा भली भाँति-मिश्रित कर ७०°-८०° से ० ग्रे ० पर गरम कर सुखा लिया जाता है और अन्त में महीन चूर्ण के रूप में पीस कर रख लिया जाता है।

यदि गोद की तरह का आसजक प्राप्त करना होता है तो सोडियम सिलीकेट की मात्रा कुछ अधिक ली जाती है। सोडियम सिलीकेट के स्थान में ऊपर के सूत्र में प्रायः बेरियम हाइड्रक्साइड का उपयोग भी किया जाता है।

बोरेट, ऐल्यूमिनेट तथा स्ट्रैनेट लवणों के योग से भी अच्छे आसजक बनते हैं। ये लवण साधारण ताप पर स्टार्च पर कोई प्रभाव नहीं डालते, किन्तु गरम अवस्था में स्टार्च-कणों को फुलाते हैं। ऐसा एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

(५) स्टार्च १०० भाग

सुहागा . २० भाग

पानी . १०० भाग

सुहागे को पानी में घोल कर विलयन बना लिया जाता है। इस विलयन में 40° से 60° ताप पर क्लोरीन प्रवाहित कर इसकी क्षारीयता को लगभग उदासीन कर दिया जाता है। फिर इसमें स्टार्च डाल कर इसे 70° – 80° से 60° ताप पर कुछ समय तक गरम किया जाता है। जब स्टार्च उचित सीमा तक परिवर्तित हो जाता है तब इसे ठण्डा कर शान्त रख दिया जाता है। स्टार्च नीचे बैठ जाता है। ऊपर से निथार कर मातृ-द्राव को अलग निकाल दिया जाता है। स्टार्च को फिर एक-दो बार पानी से धो कर सुखा लिया जाता है। यह स्टार्च जब पानी में मिला कर गरम किया जाता है तो पतला विलयन बनाता है जो आसजक के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। यह स्टार्च कागज के सज्जोकरण के लिए भी उपयुक्त है।

मृदु क्षारों या क्षारीय लवणों के योग से आसजक बनाने में सबसे सुविधाजनक बात यह है कि अभिकर्मक स्टार्च में बहुत सरलता से मिलाये जा सकते हैं, क्योंकि ठण्डी अवस्था में इन अभिकर्मकों का स्टार्च पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। मिश्रण के तैयार हो जाने पर इसे फिर गरम कर एक समाग आसजक प्राप्त किया जा सकता है।

कुछ विधियों में पहले स्टार्च को क्षार से अभिकृत कर क्षार स्टार्च (alkali starch) प्राप्त किया जाता है। फिर क्षार स्टार्च के विलयन को कैल्सियम हाइड्रक्साइड (या बेरियम हाइड्रक्साइड या अन्य लवण) से अभिकृत कर कैल्सियम स्टार्च यौगिक (या बेरियम स्टार्च यौगिक) अवक्षेपित किया जाता है। इस अवक्षेप को पृथक् कर और धो कर सुखा लिया जाता है। इस चूर्ण को किसी विलेय क्षार-लवण, जैसे सोडियम सल्फेट, के साथ मिश्रित करने पर ठण्डे पानी में फूलने वाला मिश्रण प्राप्त होता है। इस मिश्रण को पानी में मिलाने पर आसजक बन जाता है।

क्षार स्टार्च को कैल्सियम (या बेरियम) के लवणों से अभिकृत कराने पर जो अवक्षेप प्राप्त होता है उसे लोहा, ताँबा तथा ऐल्यूमिनियम आदि के लवणों से अभिकृत करा

कर इन धातुओं के स्टार्च यौगिक प्राप्त किये जा सकते हैं। इन धातुओं के स्टार्च यौगिक विभिन्न कामों में आते हैं। ताँबे का यौगिक बड़ा अच्छा निःसक्रामक (disinfectant) होता है और इस काम के लिए इसका बहुत उपयोग किया जाता है।

अम्लों के योग से स्टार्च आसजक बनाना—अम्लों की अभिक्रिया से स्टार्च का विच्छेदन होता है और अभिक्रिया की मात्रा के अनुसार स्टार्च अणु की सकीर्णता कम होती जाती है। इस विच्छेदन में पहले विलेय स्टार्च बनता है और फिर अन्य अधिक सरल यौगिक बनते हैं। सर्वप्रथम लिटनर (Linnear) ने अम्लों की अभिक्रिया द्वारा विलेय स्टार्च बनाया था। विभिन्न अम्लों की नियन्त्रित क्रिया द्वारा स्टार्च को उचित सीमा तक विच्छेदित किया जा सकता है और उसी के अनुसार प्राप्त परिवर्तित स्टार्च का पानी में विलयन पतले विलयन से लेकर गाढ़ी लेई के रूप तक प्राप्त होता है। इन विलयनों में आसजकता के गुण विभिन्न अंश तक स्टार्च अणु की सकीर्णता के अनुसार होते हैं। अतः जिस प्रकार का आसजक बनाना होता है उसी के अनुसार स्टार्च पर अम्ल की अभिक्रिया करा कर विलेय स्टार्च प्राप्त किया जाता है।

अम्लों की अभिक्रिया द्वारा स्टार्च आसजक बनाने की अधिकांश विधियों में स्टार्च को तनु अम्ल में निलम्बित कर छोड़ दिया जाता है। साधारण ताप से लेकर स्टार्च के श्लिषीकरण ताप (gelatinization temperature) तक के बीच में विभिन्न ताप विभिन्न विधियों में रखे जाते हैं। इस प्रकार अम्लों द्वारा अभिकृत किये जाने पर स्टार्च के बाहरी रूप में तो कोई परिवर्तन नहीं होता किन्तु इसकी विलेयता में बहुत अन्तर हो जाता है। अम्ल द्वारा अभिकृत किये गये ये सब स्टार्च गरम पानी में तथा तनु क्षारीय विलयन में शीघ्र विलेय होते हैं और इनके विलयन आसजक के रूप में उपयोग होते हैं।

विलेय स्टार्च बनाने की कुछ विधियाँ नीचे दी जाती हैं —

(१) एक विधि में चावल के स्टार्च को ०.५ प्रतिशत लैक्टिक अम्ल विलयन के सम्पर्क में कई दिनों तक रख दिया जाता है। फिर अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा स्टार्च को विलयन में से पृथक् कर और धो कर सुखा लिया जाता है।^१

(२) एक दूसरी विधि में स्टार्च को १-२ प्रतिशत सल्फ्यूरिक अम्ल के विलयन में लगभग ४ घण्टे तक ४५° से ० ग्रे० ताप पर निलम्बित रखा जाता है। फिर अम्ल को उदासीन करने के बाद स्टार्च को छान कर पृथक् कर लिया जाता है। इसे एक-दो बार पानी से धो कर सुखा लिया जाता है।^१

(३) सल्फ्यूरिक अम्ल का एक प्रतिशत विलयन लेकर उसमें थोड़ा फार्मैल्डीहाइड या हेक्सामेथिलीनटेट्रामीन मिला दिया जाता है। इस विलयन को ७२° से ०

ग्रे० ताप पर रख कर इसमें स्टार्च को लगभग ४ घण्टे तक निलम्बित छोड़ दिया जाता है। फिर अम्ल को उदासीन कर ऊपर की ही तरह स्टार्च को छान कर और धो कर सुखा लिया जाता है। सूखने पर जो पदार्थ प्राप्त होता है वह पारदर्शक पतों के रूप में होता है। यह पानी में घुल जाता है और इसका विलयन अच्छा आसजक होता है। यह रगीन कागजों को चिपकाने के लिए अच्छा आसजक है, क्योंकि सूखने पर पारदर्शक रहता है और इस कारण रगीन कागज के नीचे धब्बे के रूप में नहीं दिखलाई देता।^{१०}

(४) एक अन्य विधि में स्टार्च को एक प्रतिशत तनु सल्फ्यूरिक अम्ल में निलम्बित कर इसमें अति तप्त भाप (superheated steam) तब तक प्रवाहित की जाती है जब तक स्टार्च घुल कर विलयन के रूप में परिणत नहीं हो जाता। इसके बाद अम्ल को खड़िया द्वारा उदासीन कर विलयन को गरम अवस्था में ही छाना जाता है। स्टार्च अवक्षेप के रूप में छन्ने के ऊपर पृथक् हो जाता है।^{११}

(५) विलेय स्टार्च बनाने की एक अन्य विधि में स्टार्च को पानी के साथ मिश्रित कर इस मिश्रण को फुहारे के रूप में एक ऐसे कक्ष (chamber) में गिराया जाता है, जिसमें हाइड्रोजन क्लोराइड गैस २००° से० ग्रे० ताप पर भरी रहती है। हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल की क्रिया द्वारा स्टार्च विलेय स्टार्च में परिवर्तित हो जाता है और साथ ही इसका पानी भी सूख जाता है। इस प्रकार एक ही बार में विलेय स्टार्च चूर्ण रूप में प्राप्त होता है।^{१२}

स्टार्च को अम्ल द्वारा अभिकृत करने की भी अनेको विधियाँ हैं। अधिकतर इन सब विधियों में स्टार्च में तनु अम्ल की थोड़ी मात्रा फुहारे के रूप में मिला कर स्टार्च को उपयुक्त ताप तक गरम किया जाता है और फिर गरम बेलनों पर सुखा कर चूर्ण रूप में प्राप्त कर लिया जाता है।

लवणों के योग से स्टार्च आसजक बनाना—क्षारों के योग से स्टार्च आसजक बनाने में कुछ लवणों का उपयोग पीछे बतलाया जा चुका है। यहाँ हम लवणों के योग से आसजक बनाने की चर्चा अधिक व्योरे से करेंगे।

विभिन्न लवणों के विलयनों का विभिन्न सान्द्रता तथा विभिन्न ताप पर स्टार्च के श्लिषीकरण तथा स्टार्च-कणों के फूलने पर क्या प्रभाव पड़ता है, इसका अध्ययन कई रसायनज्ञों ने किया है। इनके द्वारा प्राप्त ज्ञान का उपयोग आसजक बनाने में किया जाता है। कूर्टोने^{१३} (H. Courtonne) ने सन् १९२० में अपने प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात किया कि क्लोराइड लवणों का सबसे अधिक प्रभाव स्टार्च के श्लिषीकरण पर पड़ता है और इनकी उपस्थिति में श्लिषीकरण बहुत शीघ्र हो जाता है। इसके ठीक विपरीत सल्फेट लवण श्लिषीकरण की गति को धीमा करते हैं।

लगभग ७० वर्ष पूर्व यह प्रथम बार ज्ञात हुआ था कि कुछ लवणों, जैसे पोटैसियम ऐसीटेट, कैल्सियम क्लोराइड तथा विभिन्न थायोसायनेट, के विलयन स्टार्च का श्लिषीकरण साधारण ताप पर ही कर देते हैं।^{११} यह भी ज्ञात हुआ था कि विलयनों की सान्द्रता का श्लिषीकरण की गति पर बड़ा प्रभाव पड़ता है। सन् १९२८ में आयनोन और लाने^{१२} (L. Eynon and J H Lane) ने यह देखा कि थोड़ी मात्राओं में भी कुछ लवणों की उपस्थिति स्टार्च लेई की श्यानता पर बड़ा प्रभाव डालती है और फलस्वरूप लेई की श्यानता घट जाती है।

आसजक बनाने में लवणों का उपयोग तीन प्रयोजनों के लिए होता है —

- (१) स्टार्च-कणों को फुलाने के लिए,
- (२) आसजक को स्थायी तथा परिरक्षित रखने के लिए,
- (३) आसजकों की आसजकता तथा श्यानता में वृद्धि करने के लिए और उन्हें पारदर्शक बनाने के लिए।

व्यापार में लवणों के योग से स्टार्च आसजक कराने की कई विधियाँ हैं जिन्हें लोगोंने पेटेंट करा लिया है। इन सब विधियों का मुख्य ध्येय ऐसा स्टार्च बनाना है जो ठण्डे पानी में घुल जाय अथवा ठण्डे पानी में ही उसका आसजक तैयार हो सके। नीचे इस प्रकार के आसजक बनाने के कुछ सूत्र दिये जाते हैं —

(१) स्टार्च . . १०० भाग

पोटैसियम थायोसायनेट का ५०% ऐलकोहल में बना विलयन

. . ८० भाग

स्टार्च को थायोसायनेट के ऐलकोहली विलयन में मिला कर गरम किया जाता है। स्टार्च श्लिषीकृत हो जाता है। श्लिषीकरण की क्रिया की समाप्ति के बाद इसे सुखा कर चूर्ण रूप में रख लिया जाता है। आवश्यकता होने पर इस चूर्ण को ठण्डे पानी में घोलने पर आसजक बन जाता है।

(२) स्टार्च . . . १०० भाग

कैल्सियम नाइट्रेट . . ३ भाग

सोडियम क्लोराइड . . १.५ भाग

मैग्नीशियम क्लोराइड . . १.५ भाग

पानी . . आवश्यकतानुसार

स्टार्च तथा ऊपर के तीनों लवणों को ऊपर लिखे अनुपात में मिला कर थोड़े पानी के साथ खूब पीसा जाता है। जब सब वस्तुएँ मिल कर समाग मिश्रण के रूप में हो जाती है तो आसजक बन जाता है।

(३) स्टार्च १०० भाग

जिक क्लोराइड का सान्द्र विलयन . १०० भाग

सोडियम क्लोराइड . ५ भाग

जिक क्लोराइड के सान्द्र विलयन में सोडियम क्लोराइड पहले मिला दिया जाता है, फिर इसमें स्टार्च डाल कर खूब चलाया जाता है। जब मिश्रण समाग हो जाता है तो इसे अलग रख दिया जाता है। कुछ समय बाद गोद की तरह का कड़ा पदार्थ प्राप्त होता है जो पानी में विलेय होता है। आवश्यकता पड़ने पर इसे ठण्डे पानी में घोलने पर आसजक तैयार हो जाता है।

(४) चावल का स्टार्च . ९० भाग

आलू का स्टार्च . ४० भाग

सफेद डेक्सट्रिन २५ भाग

जिक क्लोराइड १०० भाग

सोडियम क्लोराइड . . . १२ भाग

कैल्सियम क्लोराइड ६८ भाग

ऐमोनियम क्लोराइड ६ भाग

पानी . १७० भाग

जिक क्लोराइड, सोडियम क्लोराइड, कैल्सियम क्लोराइड और ऐमोनियम क्लोराइड की ऊपर के अनुसार मात्राएँ ले कर पानी में घोल कर एक विलयन बनाया जाता है। दोनों स्टार्च और डेक्सट्रिन को मिला कर समाग मिश्रण बना लिया जाता है। इस मिश्रण को फिर लवणों के विलयन में डाल कर खूब फेटा जाता है और फिर अलग रख दिया जाता है। एक गाढ़ा आसजक प्राप्त होता है।

(५) स्टार्च . १०० भाग

कैल्सियम क्लोराइड . . ११५ भाग

सुहागा . १ भाग

पानी १८० भाग

कैल्सियम क्लोराइड को पानी में घोल कर इस विलयन में कमरे के ताप पर ही स्टार्च डाल दिया जाता है और मिश्रण को लगभग दो घंटे तक विलोडित किया जाता है। अन्त में सुहागा डाल कर भली-भाँति मिला दिया जाता है। एक पारदर्शक गाढ़ा स्वच्छ सफेद आसजक प्राप्त होता है। सुहागा मिलाने से श्यानता में वृद्धि होती है।

ऊपर के सूत्र में पानी की मात्रा बढ़ा कर आवश्यकतानुसार विभिन्न श्यानता के आसजक बनाये जा सकते हैं। कैल्सियम क्लोराइड के स्थान में मैग्नीशियम क्लोराइड

का उपयोग भी ऊपर के सूत्र में किया जा सकता है। प्रायः कुछ फिटकरी भी मिलायी जाती है। जब फिटकरी मिलायी जाती है तब कैल्सियम क्लोराइड की मात्रा घटा दी जाती है।

इस आसजक का उपयोग रंग कणों तथा धातु कणों को कागज पर चिपकाने के लिए बहुत होता है।

(६) स्टार्च . . १०० भाग

जिक क्लोराइड . . . ३६ भाग

कैल्सियम क्लोराइड . . ४७ भाग

पानी . . ८७० भाग

जिक क्लोराइड (३६ भाग) और कैल्सियम क्लोराइड (४७ भाग) को थोड़े पानी (७० भाग) में 65° से 90° ताप पर घोल लिया जाता है। इस विलयन में स्टार्च धीरे-धीरे डाल कर मिश्रण को बराबर फेटते जाते हैं। एक स्वच्छ पारदर्शक जेली प्राप्त होती है। इसमें गरम पानी (८७० भाग) की निर्धारित मात्रा डाल कर और खूब चला कर एक समाग विलयन प्राप्त किया जाता है। अब आसजक तैयार हो जाता है। यह आसजक कार्यालयों के काम के लिए बहुत उपयुक्त है।

ऊपर का आसजक आलू के स्टार्च से सबसे अच्छा बनता है। यह मकई और गेहूँ के स्टार्च से भी बनाया जा सकता है, किन्तु यह इतना अच्छा नहीं होता जितना आलू के स्टार्च से बना आसजक होता है।

(७) स्टार्च . . १०० भाग

ऐमोनियम पर-सल्फेट . . . ४ भाग

स्टार्च और ऐमोनियम पर-सल्फेट को चूर्ण रूप में परस्पर मिला कर लगभग 50° से 90° ताप पर लगभग ३ घण्टे तक गरम करने पर एक सूखा आसजक प्राप्त होता है, जिसे आवश्यकतानुसार ठण्डे पानी में घोल कर उपयोग में लाते हैं।

कुछ सूखे आसजकों में जो अन्य विधियों से बनाये जाते हैं, प्रायः यह दोष होता है कि जब वे पानी में मिलाये जाते हैं तो गुठले के रूप में हो जाते हैं और एकदम चिकना आसजक नहीं देते। इनमें विभिन्न लवण मिला देने से यह दोष दूर हो जाता है। फिटकरी तथा मैग्नीशियम सल्फेट इस दोष को दूर करने के लिए बहुत उपयुक्त हैं।

गुठले बनने के दोष को दूर करने के लिए लवणों के अतिरिक्त कुछ अन्य पदार्थ भी उपयोगी होते हैं। ऐसे पदार्थों में से कुछ महत्त्व के पदार्थ जिनका उपयोग अधिक होता है निम्न हैं—

टैनिक अम्ल, वसा अम्ल तथा रेजिन अम्ल, विलेय ऐल्ब्यूमिन, गोद, डेक्सट्रिन तथा पेक्टिन ।

ये पदार्थ आसजक बनाते समय या तो स्टार्च में मिला दिये जाते हैं या उस पानी में मिला दिये जाते हैं जिसमें स्टार्च डालना रहता है ।

आसजक बनाने में सुहागे का उपयोग बहुत व्यापक रूप से होता है । विशेष कर डेक्सट्रिन से बनाये गये आसजको में तो सुहागा निश्चित रूप से डाला जाता है । सुहागे का लाभ उन आसजको में है जिनका उपयोग घुलाई में कपडों पर कलफ लाने के लिए होता है । सुहागे की उपस्थिति से कपडों पर लोहा करने में चमक अच्छी आती है । किन्तु स्टार्च आसजको में सुहागे के उपयोग से एक दोष भी आ जाता है । वह यह कि इसकी उपस्थिति से स्टार्च आसजक लचीला हो जाता है और जहाँ लगाना होता है वहाँ ठीक से फैलाया नहीं जा सकता । फलस्वरूप लगाते समय यह छोटे-छोटे दानों के रूप में लिपट कर गिर जाता है । इस दोष को दूर करने के लिए ऐसे आसजक को किसी अम्ल से अभिकृत करा दिया जाता है । अम्ल से अभिकृत हो जाने के बाद आसजक का लचीलापन कम हो जाता है और तब यह ठीक से लगाया जा सकता है ।

सुहागे में एक दूसरा गुण यह होता है कि यह आसजक की श्यानता में वृद्धि करता है । निम्न कोटि के स्टार्चों से अधिक श्यानता के आसजक बनाने के लिए सुहागे का उपयोग बहुत होता है । इन स्टार्चों से साधारण रूप से जो आसजक बनता है उसकी श्यानता कम होती है । सुहागे की उपस्थिति से श्यानता बढ़ जाती है । श्यानता की वृद्धि के लिए सुहागे की थोड़ी मात्रा ही पर्याप्त होती है । साधारणतः स्टार्च के अनुपात से ०.२५ से ०.५ प्रतिशत तक सुहागा पर्याप्त होता है । सुहागे का श्यानता में वृद्धि करने का प्रभाव तभी पड़ता है जब आसजक उदासीन रहता है । यदि आसजक अम्लीय या क्षारीय होता है तो श्यानता पर सुहागे का विशेष प्रभाव नहीं पड़ता ।

सुहागे के श्यानता बढ़ाने के गुण का लाभ विलेय स्टार्च का आसजक बनाने में बहुत उठाया जाता है । इसके लिए सुहागे के स्थान में कैल्सियम बोरेट का उपयोग अधिक होता है । विलेय स्टार्च को ठण्डे पानी में घोल कर उसमें कैल्सियम बोरेट डाला जाता है । कैल्सियम स्टार्च प्राप्त होता है । इसे फिर ऐलकोहल और पानी के मिश्रण में मिलाया जाता है । कैल्सियम निकल जाता है और आसजक बन जाता है ।

सुहागे के प्रभाव के ठीक विपरीत कैल्सियम क्लोराइड और मैग्नीशियम क्लोराइड मलाने से आसजको की श्यानता घट जाती है और वे अपारदर्शक हो जाते हैं । सोडियम क्लोराइड आसजको की पारदर्शकता, घनत्व तथा चिपकाने के गुण में वृद्धि करता है, किन्तु इसमें दो दोष होते हैं । एक तो यह कि इसके रहने पर आसजक के सूखने में अधिक

समय लगता है और दूसरा यह कि इसके उपस्थित होने पर आसजक पानी में शीघ्र बह जाता है। अतः ऐसे आसजक द्वारा चिपकायी वस्तुओं पर पानी पड़ने से वस्तुएँ शीघ्र उचल जाती हैं। ये आसजक पानी द्वारा पर्याप्त अंश तक तनु भी किये जा सकते हैं किन्तु इनका उपयोग उन कामों के लिए नहीं हो सकता जहाँ मजबूत जोड़ की आवश्यकता होती है।

अधिक घनत्व का एक अपारदर्शक तथा सस्ता आसजक जो आवश्यकतानुसार पानी मिला कर तनु किया जा सके, ऊपर बतलाये सूत्रों में सोडियम सिलिकेट मिलाने से बनाया जा सकता है। ऐसा एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

टैपियोका स्टार्च . . १०० भाग

३६° बोमे का कास्टिक सोडा . . ३० भाग (समान भाग पानी से तनु कर)।

३५° बोमे का सोडियम सिलिकेट . . . ४० भाग

सुहागा . . ० १ भाग (१५० भाग पानी में घोल कर)

२२° बोमे का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल . . ३३ भाग

१५% फार्मेलडीहाइड . . ५ भाग

पानी . . ५०० भाग

स्टार्च को पानी में निलम्बित किया जाता है। फिर ३६° बोमे के कास्टिक सोडा को पानी के साथ तनु कर स्टार्च-निलम्बन में डाल दिया जाता है। भली-भाँति चलाने के बाद इसमें और पानी (१५० भाग) मिला कर फेट दिया जाता है। अब इस मिश्रण में ३५° बोमे के सोडियम सिलिकेट की निर्धारित मात्रा डाली जाती है और फिर सुहागे का तनु विलयन डाल कर कुल मिश्रण को भली-भाँति विलोडित कर मिला दिया जाता है। जब मिश्रण समाप्त हो जाता है तब इसमें २२° बोमे का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर लगभग उदासीन किया जाता है और फिर कुछ और पानी (१५० भाग) मिला कर तनु कर लिया जाता है। अन्त में १५ प्रतिशत फार्मेलडीहाइड की निर्धारित मात्रा मिला कर अच्छी प्रकार फेट दिया जाता है। इस आसजक की अभिक्रिया थोड़ी क्षारीय रहती है। सुहागा अवक्षेपित सिलिका जेली को आकीर्ण अवस्था (dispersed) में रहने में सहायता देता है और आसजक को स्थायी करता है। आसजक की क्षारीयता इसे कुछ कामों के लिए अनुपयुक्त बनाती है। ऐसे कामों के उपयुक्त बनाने के लिए आसजक में सुहागे के स्थान में थोड़ी फिटकरी डाली जाती है। फिटकरी आसजक की शेष क्षारीयता को उदासीन कर देती है और इसकी श्यानता में भी वृद्धि करती है।

अधिकांश उदासीन लवणों में स्टार्च आसजकों की श्यानता तथा घनत्व बढ़ाने

का गुण होता है। साथ ही ये आसजको को स्थायी भी बनाते हैं, किन्तु इनमें स्वयं आसजकता का कोई गुण नहीं होता, इस कारण इनकी उपस्थिति से आसजकता में कमी आती है।

आक्सीकारको के योग से स्टार्च आसजक बनाना—क्षार की उपस्थिति में आक्सीकारको की स्टार्च पर अभिक्रिया नियन्त्रित सीमा तक कराने से अच्छे आसजक बनते हैं जो सस्ते होने के साथ-साथ शीघ्र सूखते भी हैं। ऐसे आसजको में साधारणतः ८ से ५० प्रतिशत तक स्टार्च रहता है। इनके जोड़ मजबूत होते हैं और पानी का इन पर शीघ्र प्रभाव नहीं पड़ता। ये आसजक अधिकतर टैपियोका स्टार्च से बनाये जाते हैं। आलू का स्टार्च भी प्रायः ऐसे आसजक बनाने के लिए काम में लाया जाता है, किन्तु ये आसजक टैपियोका स्टार्च से बनाये गये आसजको की तुलना में निम्न कोटि के होते हैं। ये सभी आसजक ऊँचे ताप पर बनाये जाते हैं, और इन सबमें साधारणतः फार्मेल्डीहाइड मिलाया जाता है।

इन आसजको में जितना अधिक स्टार्च रखना होता है उसी के अनुसार आक्सीकारक की अधिक मात्रा का उपयोग करना पड़ता है। आक्सीकारक के रूप में अधिकतर हाइड्रोजन पर-आक्साइड का उपयोग किया जाता है। इसमें सबसे बड़ा लाभ यह होता है कि क्रिया की समाप्ति के बाद आसजक में इसका कोई अवशेष नहीं रहता। प्रायः सोडियम, पोटैशियम या कैल्सियम हाइपोक्लोराइट का उपयोग भी आक्सीकारक के रूप में होता है।

हाइड्रोजन पर-आक्साइड की प्रक्रिया द्वारा आसजक बनाने की एक विधि नीचे दी जाती है —

आसजक में स्टार्च का जितना अनुपात रखना होता है उसके हिसाब से स्टार्च का पानी में एक निलम्बन तैयार किया जाता है। इस निलम्बन के १०० भाग में ०.६ भाग चूना और ०.०४५ भाग ३६° बोमे का कास्टिक सोडा मिला दिया जाता है। इसके बाद इसमें हाइड्रोजन पर-आक्साइड की उपयुक्त मात्रा मिला कर इसे ८०°-८५° से ० ग्रे० तक गरम किया जाता है। एक तीव्र अभिक्रिया होती है। अभिक्रिया की समाप्ति के बाद गरम अवस्था में ही लेई में थोड़ा फार्मेल्डीहाइड डाल कर मिला दिया जाता है। पुनः अभिक्रिया होती है। इस अभिक्रिया में फार्मेल्डीहाइड की कुछ मात्रा आक्सीकृत हो कर फार्मिक अम्ल में परिणत हो जाती है। यह फार्मिक अम्ल लेई की क्षारीयता को कुछ अंश तक उदासीन करने का काम करता है। यदि ऐसी लेई बनायी गयी है, जिसमें स्टार्च और पानी का अनुपात १ : ३ है तो फार्मेल्डीहाइड डालने के पहले इसमें लगभग ३.५ प्रतिशत तक कैल्सियम क्लोराइड डाला जाता है। यदि अधिक गाढ़ी

लेई बनानी होती है तो आरम्भ मे स्टार्च-निलम्बन के साथ कास्टिक सोडा के स्थान मे भी चूना ही इस्तेमाल किया जाता है। गरम करने के पहले यदि इसमे थोडा साबुन (० ००५ भाग) मिला दिया जाता है तो लेई अधिक चिकनी प्राप्त होती है। ये आसजक जब गरम अवस्था मे रहते हैं तब पानी की तरह द्रव रहते हैं किन्तु ठडे होने पर चर्बी की तरह चिकनी लेई के रूप मे हो जाते हैं।

हाइड्रोजन पर-आक्साइड के योग से ऊपर की विधि से बनाये गये ऐसे आसजक जिनमे स्टार्च और पानी का अनुपात १ ३ या १ : २.५ होता है, पतले कागजो तथा सिगरेट के कागजो को चिपकाने के लिए बहुत उपयुक्त होते हैं। सिगरेट बनाने मे कागजो को चिपकाने के लिए डेक्सट्रिन से बने आसजको का व्यवहार करने से प्रायः कागज के ऊपर गहरे धब्बे आ जाते हैं। हाइड्रोजन पर-आक्साइड की अभिक्रिया द्वारा बनाये गये स्टार्च आसजको मे यह दोष नहीं होता। साथ ही इनमे किसी प्रकार की गन्ध या बुरा स्वाद भी नहीं रहता, जैसा कि डेक्सट्रिन के आसजको मे रहता है। इन कारणो से ये आसजक सिगरेटो के कागजो को चिपकाने के लिए बहुत उपयुक्त हैं। हाइड्रोजन पर-आक्साइड की विधि द्वारा टैपियोका स्टार्च से बनाये गये आसजक ही विशेष रूप से सिगरेटो के लिए उपयुक्त होते हैं, आलू के स्टार्च से बनाये गये ऐसे आसजक इस काम के लिए इतने उपयुक्त नहीं होते, क्योंकि आलू के स्टार्च भी मे एक तीव्र गन्ध रहती है जो इसके आसजको मे स्पष्ट रहती है और इस कारण सिगरेटो के लिए इन आसजको का उपयोग नहीं किया जा सकता।

आलू के स्टार्च और मकई के स्टार्च को विरजक चूर्ण द्वारा अभिकृत करा कर दफ्तरियो के काम के उपयुक्त आसजक-लेई बनायी जाती है।

फुलाने वाले पदार्थों के योग से स्टार्च आसंजक बनाना—ये पदार्थ जिनकी उपस्थिति से स्टार्च-कण शीघ्र पानी शोषित कर फूल जाते हैं, उत्फुलक (swelling agents) कहलाते हैं। ऐसे पदार्थ स्टार्च-कणो को फुला कर उन्हें आसजक मे परिणत कर देते हैं। विभिन्न लवणो मे स्टार्च-कणो को फुलाने का गुण होता है। लवणो के अतिरिक्त अन्य प्रकार के रासायनिक यौगिको मे भी स्टार्च-कणो को फुलाने का गुण होता है। लवणो के योग से स्टार्च आसजक बनाने का वर्णन हम पीछे कर चुके हैं। यहाँ हम लवणो के अतिरिक्त उन पदार्थों के योग से स्टार्च आसजक बनाने की चर्चा करेंगे जिनमे स्टार्च-कणो को फुलाने का गुण होता है।

क्लोरेल हाइड्रेट, यूरिया तथा कुछ ऐमाइनो मे उत्फुलक गुण होता है। इन पदार्थों के योग से आसजक बनाये जाते हैं। इस प्रकार के आसजक का एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

स्टार्च	... १०० ग्राम
यूरिया	... २ ग्राम
ऐलकोहल	... १० ग्राम

स्टार्च में यूरिया, ऐलकोहल और थोड़ा पानी मिला कर 170° से 0 ग्रे० पर ऊँचे दाब पर गरम किया जाता है। लेई के रूप में आसजक प्राप्त होता है।

स्टार्च आसजकों के गुणों में परिवर्तन करना—स्टार्च आसजको के गुणों में इच्छित प्रकार का परिवर्तन करने के उद्देश्य से विभिन्न पदार्थ आसजको में मिलाये जाते हैं। गुणों का यह परिवर्तन मुख्य रूप से आसजको के वस्तुओं पर लगाये जाने से सम्बन्ध रखता है। कोई एक आसजक ऐसा बनाना सम्भव नहीं है जो सब प्रकार के कार्य के लिए उपयुक्त हो। अतः विभिन्न प्रकार के कार्यों के अनुरूप बनाने के लिए आसजको के गुणों में विभिन्न प्रकार के परिवर्तन करने की आवश्यकता पड़ती है। जिस गुण को जिस दिशा में परिवर्तित करना होता है उसी के अनुसार उपयुक्त पदार्थ आसजक में मिलाया जाता है।

स्थानता या गाढ़पन (consistency) के नियन्त्रण के लिए सुहागा, सोडा भस्म (soda ash) तथा मेथिल सेलोसाल्व (methyl cellosolve) का उपयोग किया जाता है। जल प्रतिरोधक (water resistant) गुणों की वृद्धि करने के लिए यूरिया-फार्मैल्डीहाइड तथा मेलामिन-फार्मैल्डीहाइड (melamine-formaldehyde) रेजिनो का या अकेले फार्मैल्डीहाइड का उपयोग किया जाता है।

साबुन, रेजिन, जन्तु गोद (जैसे सरेस) और रबर-दुग्ध (rubber latex) आदि पदार्थ थोड़ी मात्रा में मिला देने से आसजको में यह गुण आ जाता है कि वे लगाने पर ठीक से फैलते हैं और साथ ही वस्तुओं के रन्ध्रों के भीतर भी सरलता से प्रवेश कर जाते हैं। ये पदार्थ इनकी आसजकता में भी वृद्धि करते हैं।

कुछ पदार्थ आसजको की सुघट्यता (plasticising) में वृद्धि करते हैं। इन्हें सुघट्यताकारक (plasticising agents) कहते हैं। इन पदार्थों से आसजको में इस प्रकार का गुण आ जाता है कि आसजक की जब पतली पर्त दो वस्तुओं को चिपकाने के लिए लगायी जाती है तो यह पर्त दोनों वस्तुओं की सतहों के बीच में सूख कर स्थायी रूप से रहती है और सूखने के फलस्वरूप उत्पन्न हुए दाब के प्रति प्रतिरोधक (resistant) होती है, जिसके कारण यह उचल कर निकलने नहीं पाती। ऐसे सुघट्यताकारक कुछ पदार्थ जिनका उपयोग आसजको में होता है निम्न है —

ग्लिसरीन, ग्लाइकॉल, यूरिया, सारबिटाल, रेंडी का तेल, सोडियम ऐसीटेट,

सोडियम लैवेटेट, लैक्टिक अम्ल के एस्टर, सोडियम नाइट्रेट तथा क्षार धातुओं के थायो-सायनेट लवण ।

इन पदार्थों को मिलाने समय यह ध्यान रखा जाता है कि इनकी इतनी अधिक मात्रा न मिलायी जाय कि आसजक मणिभीकृत होने लगे या इसका पानी पृथक् हो जाय ।

कुछ सूखे आसजको मे एक बड़ा दोष यह होता है कि जब उपयोग करने के लिए उन्हें पानी मे घोला जाता है तो वे गुठले और ढोके बनाते है और उनका समाग विलयन या लेई सरलता से नही बन पाती । समाग विलयन अथवा समाग लेई बनाने के लिए या तो इन्हे गरम करना पडता है या विलोडक द्वारा खूब मथना पडता है । सूखे आसजको का यह दोष ग्लाइकॉल या अन्य बहुहाइड्रिक ऐलकोहल की थोडी मात्रा मिलाने से दूर हो जाता है । आसजको को इन पदार्थों की थोडी मात्रा के साथ लगभग 60° से 80° ताप पर कुछ समय तक गरम किया जाता है । इसके बाद सुखाने पर जो सूखा आसंजक प्राप्त होता है वह पानी मे शीघ्र घुल जाता है और कोई गुठले या ढोके नही बनाता । साधारणत इन बहुहाइड्रिक ऐलकोहलो की एक प्रतिशत मात्रा आसजको के इस दोष को दूर करने के लिए पर्याप्त होती है ।

आसजको मे उनका वजन बढ़ाने के लिए तथा उन्हें समाग लेई के रूप मे करने के लिए प्राय खनिज भराऊ पदार्थ (filling material) डाले जाते है । इन पदार्थों को थोडा साबुन मिला कर और फिर पानी के साथ फेट कर पहले लेई के रूप मे कर लिया जाता है और तब आसजको मे मिलाया जाता है । ऐसा करने से आसजको चिकना और समाग बनता है ।

यूरिया का उपयोग आसजको की श्यानता घटाने के लिए बहुत होता है । एक निश्चित श्यानता (गाढेपन) की अवस्था मे आसजको मे यूरिया के वर्तमान रहने पर जितना ठोस पदार्थ रहता है उससे यूरिया के वर्तमान न रहने पर बहुत कम रहता है । इस प्रकार यूरिया की उपस्थिति से आसजको मे ठोस की मात्रा बढ़ायी जा सकती है । दूसरे शब्दो मे पानी की मात्रा घटायी जा सकती है । आसजको मे जब पानी का अंश अधिक रहता है और इन्हे कागज पर लगाया जाता है तो कागज अधिक गीला हो कर कुछ खिच जाता है और फिर जब जोड़ सूखता है तो प्राय खिचाव के कारण कागज चटक जाता है या फट जाता है । यूरिया मिलाने से आसजको मे पानी का अंश घट जाता है और फलस्वरूप ऊपर बतलाया दोष दूर हो जाता है । यूरिया की उपस्थिति से आसजको के जोड़ो की खिचाव-शक्ति मे भी वृद्धि होती है । यह आसजको को अवक्षेपित होने से भी रोकता है और फलस्वरूप उन्हें टिकाऊ बनाने के लिए भी इसका उपयोग होता है । यूरिया के एक और महत्त्व का प्रभाव आसजको पर पडता है । यह

आसजको के जमने (setting) की क्रिया पर इस प्रकार का प्रभाव डालता है कि उनका जमना विलम्ब से आरम्भ होता है, किन्तु एक बार आरम्भ हो जाने पर फिर शीघ्र समाप्त हो जाता है। इस प्रभाव का लाभ प्लाइवुड तथा अन्य लकड़ियों के आसजको के लिए बहुत महत्व का है। यूरिया का एक गुण यह भी है कि फार्मैल्डीहाइड की स्टार्च पर क्रिया होने से जो अविलेय पदार्थ बनता है यूरिया उसे पुनः विलेय कर देता है। अतः ऐसे स्टार्च आसजक जिनमें फार्मैल्डीहाइड रहता है और जो रखने पर अविलेय हो कर अनुपयोगी हो जाते हैं, यूरिया द्वारा पुनः विलेय रूप में किये जा कर उपयोग में ले आये जाते हैं।

साबुन आसजको की श्यानता में वृद्धि करता है। अतः इसका उपयोग आसजकों को अधिक गाढ़ा और चिकना करने के लिए होता है। साधारणतः इस कार्य के लिए आसजको में १.५ प्रतिशत साबुन मिलाना पर्याप्त होता है। जो आसजक गरम कर बनाये जाते हैं उनमें गरम करने के पूर्व साबुन की निर्धारित मात्रा मिला दी जाती है। यदि आसजक हाइड्रोजन पर-आक्साइड की क्रिया द्वारा बनाना हो तो पर-आक्साइड की क्रिया कराने के बाद आसजक में साबुन मिलाया जाता है।

मोमीय तथा काँच और घातु की चिकनी और चमकदार सतहों को भिगा न सकने के कारण बहुत से आसजक इनके लिए उपयुक्त नहीं होते। यदि इन आसजकों में चिकनी सतहों को गीला करने का गुण उत्पन्न किया जा सके तो ये इन सतहों के लिए उपयुक्त हो सकते हैं। इधर पिछले कुछ वर्षों में ऐसे आर्द्रताकारक पदार्थ (wetting agents) ज्ञात हुए हैं जो इस काम के लिए बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं। ये पदार्थ मोमीय या अन्य चिकनी सतह से वायु की पर्त को निष्कासित कर देते हैं और वायु की पर्त के हट जाने के बाद आसजक द्रव सतह के सम्पर्क में आ जाता है और उसे भिगा देता है। आर्द्रताकारक पदार्थों में ऊँचे कार्बनिक ऐलकोहलों के सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ बने एस्टर हैं जिनका उपयोग आसजक-उद्योग में बहुत होता है। ऐसे कुछ आर्द्रताकारक निम्न हैं—

सोडियम सेटिल सल्फोनेट (sodium cetyl sulphonate), सोडियम डोडेसिल ऐल्फा-सल्फोनेट (sodium dodecyl- α -sulphonate), डाइसोडियम ओलाइल सल्फेट (disodium oleyl sulphate), आक्टिल (octyl), डेसिल (decyl), डोडेसिल (dodecyl), टेट्राडेसिल (tetradecyl) और सेटिल (cetyl) सल्फेट।

आलू के स्टार्च से बनाये गये आसजकों में एक से तीन प्रतिशत तक इन पदार्थों को मिलाने से आसजक चिकनी सतहों के योग्य हो जाता है। प्रायः आर्द्रताकारक पदार्थों के मिश्रण का उपयोग इस कार्य के लिए किया जाता है। इन आर्द्रताकारक

पदार्थों के मिलने से यद्यपि आसजको के सतह को भिगाने के गुण में वृद्धि हो जाती है पर उनमें एक दोष भी उत्पन्न हो जाता है। वह दोष यह है कि इनकी उपस्थिति से आसजक में फेन (foam) बहुत उत्पन्न होता है। इस दोष को दूर करने के लिए आक्टिल या सेटिल ऐलकोहल थोड़ी मात्रा में आसजक में डाला जाता है।

कुछ प्रोटीनो (जैसे ऐल्ब्यूमिन और केसीन) के व्युत्पन्नो में भी यह गुण होता है कि यदि उनकी थोड़ी मात्रा स्टार्च आसजको में मिला दी जाय तो आसजको के चिकनी सतह पर फैलने के गुण में तथा सुघट्यता के गुण में वृद्धि होती है। केसीन (Casein) को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा अभिकृत करने पर जो यौगिक बनता है उसका इस कार्य के लिए प्रायः उपयोग किया जाता है। जिन आसजको में सोडियम सिलीकेट रहता है उनके आर्द्रताकारक गुण में वृद्धि करने के लिए उनमें लेसीथिन या साबुन थोड़ी मात्रा में डाला जाता है।

स्टार्च आसजको का स्थायित्व और टिकाऊपन बढ़ाने के लिए ६ प्रतिशत तक नैफ्थीन साबुन का उपयोग किया जाता है। नैफ्थीन साबुन के वर्तमान रहने पर आसजक बहुत दिनों तक बिना खराब हुए रखे जा सकते हैं। इस कार्य के लिए साधारण साबुन तथा रोजिन साबुन इतने अच्छे नहीं हैं।

कुछ आसजको को मोमीय कागज (waxed paper) तथा अन्य चिकनी सतहों के उपयुक्त बनाने के लिए उनमें कोई ऐसा विलायक मिलाया जाता है जिसमें मोम तथा सतहों के अन्य चिकनाई वाले पदार्थों को घुलाने का गुण होता है। इन विलायकों द्वारा जब सतह पर लगा मोम या अन्य चिकनाई का पदार्थ घुला लिया जाता है तब आसजक सतह पर ठीक से लग जाता है। साधारणतः विलायक के रूप में टाल्युईन तथा ज़ाइलीन का उपयोग बहुत होता है।

मर्कई के स्टार्च से बनायी गयी लेई की आसजकता बढ़ाने के लिए इसमें प्रायः थोड़ा सोडा भस्म और फिटकरी मिलायी जाती है। इन पदार्थों के मिलाने से लेई कलफ के लिए भी उपयुक्त हो जाती है और इसके कलफ से कपड़ों पर चिकनाहट और चमक अच्छी आती है।

कुछ आसजको को स्टार्च से बनाते समय स्टार्च में थोड़ा गेहूँ का आटा मिला दिया जाता है और फिर आटे के ग्लूटेन को थोड़ा नियन्त्रित रूप से किण्वित किया जाता है। ग्लूटेन के नियन्त्रित किण्वन के फलस्वरूप जो पदार्थ उत्पन्न होते हैं वे आसजक के गुणों में वृद्धि करते हैं और साथ ही उसे अधिक टिकाऊ भी बनाते हैं। कास्टिक सोडा से उपचारित कर बनाये गये स्टार्च आसजको में थोड़ी आलू की लेई मिलाने से भी आसजकता बढ़ जाती है।

आसजक बहुत दिनों तक रखा जा सके इसके लिए प्रायः स्टार्च को अविलेय धातु यौगिक में परिणत कर दिया जाता है। इस अविलेय स्टार्च यौगिक के साथ सुहागा या कोई अन्य विलेय सोडियम लवण मिला कर चूर्ण रूप में रख लिया जाता है। जब इस चूर्ण को पानी में डाला जाता है तब सुहागा स्टार्च के अविलेय धातु यौगिक से क्रिया कर उसे विलेय सोडियम यौगिक में परिणत कर देता है और इस प्रकार आसजक विलयन बन जाता है। अविलेय धातु यौगिक में परिणत करने के लिए स्टार्च को बेरियम, कैल्सियम, जिंक, ऐल्यूमिनियम तथा मैग्नीशियम लवणों से अभिकृत किया जाता है। इस विधि से आसजक बनाने की रूपरेखा निम्न भाँति है—

क्षारीय स्टार्च लेई में बेरियम क्लोराइड (या अन्य भारी धातु का लवण) विलयन डाला जाता है। बेरियम यौगिक के रूप में स्टार्च अवक्षेपित हो कर पृथक् हो जाता है। यह बेरियम-स्टार्च यौगिक अविलेय होता है। इसे चूर्ण रूप में सुहागे (या सोडियम सल्फेट) के साथ मिश्रित कर रख लिया जाता है। यह चूर्ण बहुत दिनों तक बिना खराब हुए रखा जा सकता है। जब इसे पानी में डाला जाता है तो सुहागा पानी में घुल कर विलयन बनाता है और यह विलयन अविलेय बेरियम-स्टार्च यौगिक पर क्रिया कर उसे विलेय सोडियम-स्टार्च यौगिक में परिणत कर देता है। यह विलेय सोडियम-स्टार्च यौगिक पानी की उपस्थिति में आसजक बनाता है।

ऊपर की विधि में विभिन्न धातुओं के लवणों से विभिन्न गुणयुक्त आसजक प्राप्त होते हैं और इस प्रकार इच्छित गुणों वाले आसजक इस विधि से बनाये जा

निर्देश

- 1 L. Eynon and J H Lane, *Starch*, W Heffer & Sons., Ltd., Cambridge, 1928
- 2 Marsden, U S P 376, 445, 1888.
3. J. Kantorowitz, E. P. 5844, 1896
- 4 Perkins, D R. P 282, 699, 1911, U S. P. 1020, 655, 1912.
- 5 F A V. Klopfer, G P. 528, 109, 1930.
6. C.B. Duryea, U. S P 675, 822, 1901; U.S P 696, 949, 1902.
- 7 Bergquist, U. S. P. 1287, 841, 1918.

- 8 P Murphy, U S P. 568, 265, 1896.
9. R W G. Stutzke, U S P. 1320, 719, 1919.
- 10 H. Courtonne, *Compt. rend* , 1920, 171, 1168.
11. E. Meusel, *Jahresh. Chem.*, 1886, 2099
12. L. Eynon and J H Lane, *Starch*, W Heffer & Sons. Ltd , Cambridge, 1928.

डेक्सट्रिन से बने आसजक

(Adhesives from Dextrin)

विभिन्न प्रकार के कामों के लिए विभिन्न तरलता तथा विभिन्न गुणयुक्त आसजकों की आवश्यकता होती है। उदाहरणार्थ, यदि दपती के बक्सों या साधारण कागजों को चिपकाने के लिए हाथ से लगाये जाने के उपयुक्त आसजक बनाना है तो इसके अधिक गाढ़े होने की आवश्यकता नहीं होती, क्योंकि आसजक लगाये जाने के बाद काफी देर तक हवा में खुला रहता है और तब चिपकाया जाता है। किन्तु यदि किसी मशीन द्वारा आसजक को लगाना है तो चिपकाने की क्रिया बहुत शीघ्र होती है और आसजक को वायु में सूखने का अवसर नहीं मिलता। अतः मशीन द्वारा उपयोग किये जाने वाले आसजक को गाढ़ा तथा अधिक चिपकनेवाला होना चाहिए जिससे वह वस्तुओं को शीघ्रता से चिपका सके। डेक्सट्रिन से विभिन्न कामों के उपयुक्त बहुत तरह के आसजक बनाये जा सकते हैं। इन आसजकों के गुणों में बनाने की विधि के अनुसार बहुत प्रकार के अन्तर किये जा सकते हैं। एक ओर हम डेक्सट्रिन से ऐसे आसजक बना सकते हैं जिनमें गोद के गाढ़े विलयन की तरह चीकटपन हो और दूसरी ओर ऐसे आसजक बन सकते हैं जिनमें लगाते समय तो कोई विशेष चिपचिपापन न हो किन्तु वायु में थोड़ी देर तक खुला रखने पर बहुत आसजकता आ जाय।

डेक्सट्रिन से साधारणतः स्टार्च की अपेक्षा अधिक पतले आसजक बनाये जाते हैं। यदि गाढ़ा आसजक बनाने की आवश्यकता होती है तो सफेद डेक्सट्रिन का उपयोग आधार के रूप में किया जाता है और उसमें अधिक जल-विश्लेषित अवस्था का डेक्सट्रिन मिला कर उसकी आसजकता में वृद्धि की जाती है। डेक्सट्रिन के आसजकों में सबसे बड़ा लाभ यही है कि जिस प्रकार के आसजक की आवश्यकता होती है उसी प्रकार का आसजक बनाया जा सकता है। स्टार्च आसजकों में डेक्सट्रिन आसजकों की तुलना में इतना परिवर्तन उनकी तरलता तथा गुणों में नहीं किया जा सकता।

डेक्सट्रिन के आसजकों के कुछ सूत्र तथा उनके बनाने की विधि नीचे दी जाती है :—

(१) हाथ से लगाकर चिपकाने का काम करने के लिए डेक्सट्रिन का आसजक बनाने का एक सूत्र निम्न प्रकार है —

मर्कई के स्टार्च को माल्ट-निष्कर्ष द्वारा नियंत्रित रूप से उस सीमा तक किण्वित किया जाता है जब तक यह आयोडीन के साथ हलका लाल-नीला रंग नहीं देता। जब यह सीमा पहुँच जाती है तब किण्वन रोक दिया जाता है। इस समय किण्वित पदार्थ में शर्करा की मात्रा लगभग ५ प्रतिशत रहती है। इसे गरम कर सुखा लिया जाता है और फिर रख लिया जाता है। जब आसजक बनाना होता है तब इस सूखे चूर्ण को अपनी मात्रा से दुगुने पानी में रात भर भिगो दिया जाता है और फिर इसमें १० प्रतिशत मध्यम अवस्था का सफेद डेक्सट्रिन मिला कर ८०° से ० ग्रे० ताप पर थोड़ी देर तक गरम किया जाता है। फिर ५ प्रतिशत सुहागे को थोड़े से पानी में अलग घोल कर इस डेक्सट्रिन मिश्रण में डाल दिया जाता है और अन्त में २ से ५ प्रतिशत तक कास्टिक सोडा तथा सूक्ष्म मात्रा में फीनोल मिला दी जाती है। अब आसजक तैयार हो जाता है। फीनोल का काम आसजक को परिरक्षित रखना है।

(२) मशीन द्वारा पुस्तको के मुखपृष्ठ को चिपकाने के काम के उपयुक्त एक आसजक का सूत्र निम्न प्रकार है —

आलू का पीला अच्छा डेक्सट्रिन	..	४०	भाग
कास्टिक सोडा	.	२	,,
सुहागा		४	,,
कार्बोलिक अम्ल	.	० १	,,
टर्की लाल तेल	. .	० ०५	,,
पानी	..	५०	,,

उबलते पानी में डेक्सट्रिन डाल कर घोल लिया जाता है। फिर इसमें क्रम से सुहागा, कास्टिक सोडा, कार्बोलिक अम्ल और टर्की लाल तेल (turkey red-oil) निर्धारित मात्राओं में मिला दिये जाते हैं। आसजक तैयार हो जाता है। इस आसजक में पानी की मात्रा अपेक्षाकृत कम होती है और चिकटने का गुण अधिक रहता है। इस कारण यह मशीन द्वारा लगाये जाने के लिए उपयुक्त होता है।

दफती के बक्स बनाने के लिए उपयोग होनेवाले आसजकों में पानी की मात्रा और कम करनी पड़ती है, क्योंकि दफती में कागज की अपेक्षा पानी सोखने का गुण अधिक होता है और आसजक में पानी अधिक होने पर दफती के सोखने के बाद दफती की सतह पर आसजक की मात्रा कम रह जाती है जिसके कारण जोड़ मजबूत नहीं हो पाता।

अतः पानी की मात्रा घटा कर आसजक को अधिक गाढ़ा बनाना होता है जिससे दफ्ती के रन्ध्रो के अन्दर यह न घुस सके।

डेक्सट्रिन के आसजको में साधारण रूप से सुहागा और कास्टिक सोडा सदैव डाला जाता है। जब भी इनका उपयोग डेक्सट्रिन आसजको में किया जाय सुहागा पहले डेक्सट्रिन के विलयन में घुलाया जाय और तब कास्टिक सोडा। यदि कास्टिक सोडा पहले डाल दिया जाता है और सुहागा बाद में तो आसजक अच्छा नहीं बनता। इसका रंग बहुत गहरा हो जाता है और इसकी आसजकता में भी कमी हो जाती है। इस आसजक को “बुझा आसजक” (burnt adhesive) कहते हैं। सुहागे का काम कास्टिक सोडे की क्रिया पर नियंत्रण रखना है। साधारणतः सुहागे की मात्रा कास्टिक सोडे से दुगुनी ली जाती है। प्रायः आसजक के रंग को दूर करने के लिए सोडियम पर-बोरेट (sodium per-borate) का उपयोग किया जाता है। सोडियम पर-बोरेट को जब आसजक में मिलाया जाता है तो यह विच्छेदित हो कर आक्सिजन और सुहागा देता है। आक्सिजन आसजक के रंग को आक्सीकृत कर रंगहीन पदार्थ में परिणत कर देता है और सुहागा आसजक में मिल जाता है। अतः जब भी सोडियम पर-बोरेट का उपयोग किया जाय सुहागे की अलग से मिलायी जानेवाली मात्रा उतनी घटा देनी चाहिए जितनी पर-बोरेट के विच्छेदन से उत्पन्न हो कर आसजक में मिल गयी है। सोडियम पर-बोरेट सदा ठोके विलयन के रूप में आसजक में उस समय डाला जाता है जब अन्य सब पदार्थ मिला चुकने के बाद आसजक तैयार हो जाता है। आसजक को ३५° से ४०° ताप पर रख कर इसमें सोडियम पर-बोरेट का विलयन मिला दिया जाता है। थोड़ी देर तक विलोडित करते रहने पर जब रंग नष्ट हो जाता है तब आसजक को शीशियों में भर कर रख लिया जाता है। अन्य विरजक (bleaching agents), जैसे सोडियम पर-सल्फेट तथा हाइड्रोजन पर-आक्साइड, डेक्सट्रिन आसजको के रंग को नष्ट करने के लिए उपयुक्त नहीं हैं, क्योंकि ये डेक्सट्रिन के अणु को सरल अणुओं में विच्छेदित कर विलयन की श्यानता को बहुत घटा देते हैं। सोडियम पर-बोरेट का इस प्रकार का कोई विशेष प्रभाव डेक्सट्रिन पर नहीं पड़ता और यदि सूक्ष्म मात्रा में डेक्सट्रिन का विच्छेदन होता भी है तो भी आसजक की श्यानता में कोई कमी नहीं आती, क्योंकि सोडियम पर-बोरेट के विच्छेदन के फलस्वरूप जो सुहागा उत्पन्न होता है वह श्यानता में वृद्धि कर घटी श्यानता को पुनः पूर्व के अनुसार कर देता है।

सोडियम बाइ-सल्फाइट का उपयोग भी आसजक को विरजित करने (bleach) तथा परिरक्षित रखने के लिए प्रायः किया जाता है, किन्तु इसके उपयोग में एक दोष यह है कि इसकी उपस्थिति से आसजक में तार तथा धागे के रूप में खिंचने का गुण आ

जाता है। सैलीसिलिक अम्ल यद्यपि आसजको के परिरक्षण के लिए बहुत अच्छा होता है, पर यह भी आसजक में यही दोष उत्पन्न करता है। अतः इसका सूक्ष्म तथा नियंत्रित मात्रा में ही उपयोग किया जाता है।

कैल्सियम क्लोराइड तथा ग्लिसरीन के उपयोग से डेक्सट्रिन आसजको की श्यानता तेल की तरह हो जाती है। साथ ही इनके उपस्थित रहने पर आसजक धीमी गति से सूखते हैं। अतः इनका उपयोग धीमी गति से सूखने वाले आसजको के बनाने में बहुत होता है। बहुत चिकने कागजों को जोड़ने के लिए ये आसजक अच्छे होते हैं।

कुछ डेक्सट्रिन आसजक चूर्ण रूप में भी बनाये जाते हैं। इनमें डेक्सट्रिन तथा अन्य मिलायी जानेवाली वस्तुएँ सब ठोस रूप में मिला कर पीस ली जाती हैं। इस चूर्ण को पानी में घोलने पर आसजक विलयन बन जाता है। बाजार में इस प्रकार का आसजक-चूर्ण 'लिफाफे के गोद' के नाम से बहुत बिकता है। यह साधारणतः टैपियोका स्टार्च के उत्तम कोटि के डेक्सट्रिन से बनाया जाता है। इसमें सुहागा, सोडा भस्म तथा सोडियम बाइसल्फाइड तीनों का समान मात्रा का मिश्रण लगभग दो प्रतिशत तक डेक्सट्रिन के साथ मिश्रित रहता है। पानी में घोलने पर यह चाशनी की तरह का पीला या गहरा लाल विलयन बनाता है जिसमें आसजकता बहुत होती है।

डेक्सट्रिन आसजको में प्रायः थोड़ा जिलैटिन या पेक्टिन गोद भी मिलाया जाता है। ये आसजक विशेष रूप से सिगरेट के कागजों को जोड़ने के लिए बहुत उपयुक्त होते हैं। डेक्सट्रिन आसजको का बहुत उपयोग डाक के लिफाफों तथा टिकटों पर लगाने के लिए होता है। इन पर लगे आसजक प्रायः लोगों की जीभ के सम्पर्क में आते हैं, क्योंकि इन्हें चिपकाने के लिए लोग प्रायः थूक लगाते हैं। अतः इन आसजको के सम्बन्ध में इस बात का विशेष ध्यान रखा जाता है कि उनमें न तो कोई खराब स्वाद और दुर्गन्ध हो और न कोई ऐसी विषैली वस्तु हो जो जीभ में लग जाने पर हानि पहुँचाये। इस कार्य के लिए आसजक अधिकतर टैपियोका तथा मकई के स्टार्च के डेक्सट्रिन से बनाये जाते हैं, क्योंकि ये स्वादरहित और गन्धरहित होते हैं। आलू के स्टार्च के डेक्सट्रिन में एक खराब स्वाद होता है और दुर्गन्ध होती है। इस कारण इसका व्यवहार लिफाफों और टिकटों पर लगाने के आसजक बनाने में नहीं होता।

भौमिक सतह पर कागज चिपकाने के लिए जो आसजक डेक्सट्रिन से बनाये जाते हैं उनमें विभिन्न विलायक मिश्रित रहते हैं। इन विलायकों में ट्राइक्लोरोएथिलीन मुख्य है। किन्तु ये सब आसजक विशेष सन्तोषप्रद सिद्ध नहीं हुए हैं। टीन के डब्बों और कनस्टरो के ऊपर लेबल चिपकाने के लिए भी कोई सन्तोषप्रद डेक्सट्रिन का आसजक नहीं बनाया जा सका है। टीन के डब्बे या कनस्टर आदि जब बन कर

तैयार होते हैं तो उनकी सतह पर चर्बी या तेल की पतली पर्त रहती है क्योंकि टीन के डब्बे या कनस्टर बनाते समय इनका उपयोग किया जाता है। सतह पर लगी चर्बी या तेल की पतली पर्त के कारण आसजक सतह पर ठीक से लग नहीं पाता। इस कार्य के लिए जो आसजक आजकल उपयोग में आते हैं वे डेक्सट्रिन के आसजक नहीं हैं। ये अन्य पदार्थों से बनाये जाते हैं।

‘मणिभ गोद’ (crystal gum) के नाम से जो डेक्सट्रिन बाजारों में बिकता है वह कोमल तथा रगीन वस्तुओं के उपयोग के लिए आसजक बनाने के लिए बहुत अच्छा होता है। रगीन कागजों के सबंध में जिस आसजक का उपयोग किया जाय उसमें यह गुण होना चाहिए कि वह रंग पर कोई प्रभाव न डाले। यदि आसजक अम्लीय या क्षारीय होता है तो वह रंग पर प्रभाव डालता है। मणिभ गोद उदासीन होता है और इसमें क्लोरीन, सल्फर डाइ-आक्साइड तथा मुक्त स्टार्च बिल्कुल नहीं रहता और शर्करा की मात्रा भी बहुत कम रहती है। अतः कोमल तथा रगीन वस्तुओं के उपयोग के अर्थ आसजक बनाने के लिए यह बहुत उपयुक्त होता है। ‘मणिभ गोद’ साधारणतः आलू के स्टार्च से बनाया जाता है। यह अन्य डेक्सट्रिनो की अपेक्षा कुछ महंगा होता है किन्तु इसका आसजक उन आसजकों से सस्ता होता है जो अन्य पदार्थों से कोमल और रगीन वस्तुओं के उपयोग के लिए बनाये जाते हैं। साथ ही इसकी आसजकता भी इस काम के लिए बने अन्य आसजकों से अधिक अच्छी होती है। ‘मणिभ गोद’ के आसजक का बड़ा उपयोग सजावट के कामों में किया जाता है। इस आसजक का साधारणतः किसी अक्रिय भराऊ पदार्थ के साथ मिश्रित करने के बाद उपयोग किया जाता है। बेरियम आक्साइड, चीनी मिट्टी, जिंक आक्साइड आदि का भराऊ पदार्थ के रूप में उपयोग होता है। इस प्रकार के आसजक बनाने का एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

(१)	मणिभ गोद	.	२ भाग
	पानी	..	४ ”
	बेरियम आक्साइड	. .	५ ”
	चीनी मिट्टी	.	२ ”
	शोषक पदार्थ (dryers)	... ०	५ ”
	अलसी का तेल	.	२ ”

मणिभ गोद को गरम पानी में घोल कर इस विलयन में बेरियम आक्साइड और चीनी मिट्टी मिला दी जाती है और मिश्रण को फेंट कर समाग कर दिया जाता है।

अब शोषी पदार्थ को अलसी के तेल में अलग से मिला कर इस मिश्रण में गरम अवस्था में डाला जाता है और फिर फेंट दिया जाता है। एक पायस (emulsion) के रूप में आसजक प्राप्त होता है। इसमें पानी मिला कर इच्छित सीमा तक इसे तनु कर लिया जाता है।

कार्क के ऊपर लेबल चिपकाने के लिए अच्छा आसजक निम्न सूत्र द्वारा बन जाता है —

(२)	मणिभ गोद	. . . ३५ भाग
	जिप्सम	.. ४५ „
	सरेस (मछली का)	... ६ „
	केसीन	. . . १० „
	सोडा भस्म (या सुहागा)	... ३ „

मणिभ गोद और जिप्सम को मिला कर एक समाग चूर्ण बना लिया जाता है। एक दूसरा चूर्ण सरेस, केसीन और सोडा भस्म (या सुहागा) की निर्धारित मात्राओं को परस्पर मिला कर बनाया जाता है। इन दोनों चूर्णों को अलग-अलग ही रखा जाता है। जब आसजक की आवश्यकता होती है तो पहले मणिभ गोद के मिश्रण-चूर्ण को पानी में डाला जाता है और फिर दूसरे चूर्ण को। दोनों चूर्णों के पानी में मिलने के बाद आसजक तैयार हो जाता है।

कुछ और डेक्सट्रिन आसजको के सूत्र नीचे दिये जाते हैं —

(३)	मणिभ गोद	... १ भाग
	कैल्सियम हाइड्राक्साइड (या सुहागा)	१ „
	केसीन चूर्ण	.. २ „

ऊपर के तीनों अवयवों को ठीक से मिला कर पीस लिया जाता है जिससे समाग मिश्रण बन जाय। इस मिश्रण का कृत्रिम दाँतो को बैठाने के लिए (fixative) उपयोग होता है। यह स्वादरहित तथा गंधरहित होता है और इस पर लार तथा भोजन पदार्थों के द्रवों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

जैसा पहले बतलाया जा चुका है, मशीन द्वारा लगाये जाने वाले आसजको में लचीलापन होना आवश्यक है। ग्लिसरीन या ग्लाइकॉल के मिलाने से आसजको में लचीलेपन का गुण आ जाता है, किन्तु इनके जलग्राही होने के कारण एक कठिनाई उपस्थित होती है। मशीन से लगाये जाते समय ये वायुमण्डल से नमी शोषित करते हैं जिसके कारण

मशीनो में खराबी उत्पन्न हो जाती है। इनकी अपेक्षा ऐमोनियम सल्फोरिसीनोलेट (ammonium sulphuricinoleate) इस काम के लिए अधिक उपयुक्त है। यह जलग्राही नहीं होता, किन्तु आर्द्रताकारक होता है जिसके कारण इसकी उपस्थिति से आसजकता में वृद्धि होती है। उन आसजको में जो हाथ द्वारा कागज चिपकाने के काम में आते हैं, ग्लिसरीन या ग्लूकोस का उपयोग किया जा सकता है। इनसे आसजक में चमक तथा मुघट्यता (plasticity) आती है।

ऐसी दो सतहों को जोड़ने के लिए, जिनकी पारगम्यता बहुत कम होती है, आसजक में पानी की मात्रा का न्यूनतम होना और साथ ही आसजक का उदासीन होना बहुत आवश्यक है। इस कार्य के लिए पीले डेक्सट्रिन से एक आसजक निम्न सूत्र द्वारा बनाया जा सकता है —

(४) पीला डेक्सट्रिन	... ६० भाग
फार्मैल्डीहाइड	.. १.६ „
आर्द्रताकारक (wetting agent)	... सूक्ष्म
कास्टिक सोडा	.. आवश्यकतानुसार
पानी	... ४० भाग

डेक्सट्रिन को गरम पानी में घोलने के बाद उसमें फार्मैल्डीहाइड मिला दिया जाता है। फिर आर्द्रताकारक पदार्थ सूक्ष्म मात्रा में डाल दिया जाता है। अन्त में कास्टिक सोडा के विलयन द्वारा पूर्ण उदासीन कर लिया जाता है।

आर्द्रताकारक पदार्थों का उपयोग डेक्सट्रिन के आसजको में उसी प्रयोजन से किया जाता है जिस प्रयोजन से स्टार्च के आसजको में। बहुत चिकनी मोमीय या धातु की सतहों या चिकने कागजों के लिए केवल डेक्सट्रिन का जलीय विलयन उपयुक्त आसजक नहीं होता, क्योंकि यह इन सतहों को नहीं भिगा सकता। क्षार की थोड़ी मात्रा के वर्तमान रहने पर आसजक में चिकनी सतहों को भिगाने का गुण आ जाता है। क्षार की उपस्थिति आसजक को टिकाऊ बनाने में भी सहायक होती है। इसके साथ ही क्षार का एक लाभ और होता है। सक्षारक होने के कारण यह सतह को कुछ काटता भी है जिसके कारण चिपकाया गया कागज या अन्य वस्तु सतह पर मजबूती से चिपकती है और फलस्वरूप जोड़ अधिक मजबूत होता है। किन्तु यदि क्षार की सक्षारक क्रिया सतह पर वस्तु को चिपकाने के बाद भी बराबर होती रहती है तो धीरे-धीरे सतह ही नष्ट हो जाती है। अतः जब क्षार का उपयोग डेक्सट्रिन आसजक में किया जाय तो यह देख लेना चाहिए कि जिस सतह के लिए आसजक को काम में लाना है उसे क्षार अधिक

काट तो नहीं सकता। कुछ आर्द्रताकारक पदार्थ उदासीन अभिक्रिया के भी होते हैं। इनका उपयोग साधारण सभी प्रकार के आसजको में किया जा सकता है।

आसजक बनाने के लिए जिस डेक्सट्रिन का उपयोग किया जाय उसमें शर्करा की मात्रा का उचित सीमा के भीतर रहना आवश्यक है। पीले डेक्सट्रिन में लगभग २-३ प्रतिशत तथा सफेद डेक्सट्रिन में ४ से ७ प्रतिशत तक शर्करा रहती है। यदि डेक्सट्रिन में शर्करा की मात्रा अधिक रहती है तो आसजक बहुत जल्दी सूखता है और इसकी पर्त सूखने पर चटक जाती है या उचल जाती है।

डेक्सट्रिन आसजको की श्यानता का नियंत्रण भी स्टार्च आसजको की भाँति उपयोग के अनुसार किया जाता है। यदि कोई बहुत सरध्र कागज या अन्य इसी प्रकार की सतह को जोड़ने के लिए आसजक का उपयोग करना है तो आसजक की श्यानता ऐसी होनी चाहिए कि सतह द्वारा इसका शोषण बहुत अधिक न किया जा सके, अन्यथा आसजक सतह पर बहुत कम बच पायेगा और जोड़ मजबूत न हो सकेगा। ऐसे आसजको में श्यानता बढ़ाने के लिए थोड़ा अच्छा जिलैटिन मिलाया जाता है। यदि किसी उपयोग के उपयुक्त बनाने के लिए आसजक की श्यानता घटानी होती है जिससे डेक्सट्रिन की अधिक मात्रा आसजक में घुलायी जा सके तो डेक्सट्रिन के विलयन को फार्मैल्डीहाइड द्वारा अभिकृत किया जाता है। इसके लिए लगभग २ से ५ प्रतिशत तक फार्मैल्डीहाइड को डेक्सट्रिन के विलयन में मिला कर विलयन को $60^{\circ}\text{से} 70^{\circ}$ ताप पर थोड़े समय तक गरम किया जाता है। फार्मैल्डीहाइड की अभिक्रिया से विलयन की श्यानता घट जाती है और आसजक में सतह को शीघ्र आर्द्र करने का गुण भी आ जाता है। इससे आसजक के रंग तथा अन्य गुणों पर कोई खराब प्रभाव नहीं पड़ता। डेक्सट्रिन का रंग उड़ाने के लिए, जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, विभिन्न आक्सीकारको का उपयोग किया जाता है। ये पदार्थ रंग उड़ाने के साथ-साथ डेक्सट्रिन विलयन की श्यानता भी घटा देते हैं। आक्सीकारको में हाइड्रोजन पर-आक्साइड का उपयोग विशेष रूप से बहुत होता है।

स्टार्च और भोजन व्यवसाय

स्टार्च अक्रिय, स्वादरहित और उदासीन प्रकृति का पदार्थ है तथा भोजन का एक अवयव है। अतः विभिन्न प्रकार की भोजन वस्तुओं के लिए यह एक भराऊ या पूरक पदार्थ के रूप में उपयोग होने के बहुत उपयुक्त है। इसी कारण स्टार्च का उपयोग इस काम के लिए विभिन्न भोजन व्यवसायों में बहुत होता है। स्टार्च का बड़ा उपयोग विभिन्न प्रकार के भोजन-द्रवों को गाढ़ा करने तथा जेली बनाने में होता है। कस्टर्ड चूर्ण (custard powder) में स्टार्च एक मुख्य अवयव है। इस चूर्ण को आइसक्रीम बनाने के लिए दूध में मिलाया जाता है। इससे दूध गाढ़ा हो जाता है और आइसक्रीम बनने पर चिकनी रहती है।

भोजन वस्तुओं में मिलाने के लिए जिस स्टार्च का उपयोग हो उसका शुद्ध होना बहुत आवश्यक है। अतः इस सम्बन्ध में यह देखना चाहिए कि उसका रंग स्वच्छ है और उसमें धूल तथा चोकर आदि अपद्रव्य मौजूद नहीं हैं। इसके साथ ही यह भी जानना आवश्यक होता है कि पानी के साथ मिश्रित करने पर मिश्रण की स्थिरता कितनी रहती है तथा पानी की उपस्थिति में किस ताप पर स्टार्च-कण फूल कर फटते हैं।

भोजन वस्तुओं में मिलाने के लिए शुद्ध स्टार्च तथा गेहूँ के आटे दोनों का उपयोग होता है। स्टार्चों में अधिकतर गेहूँ, चावल, आलू और मकई के स्टार्चों का उपयोग होता है।

स्टार्च ठंडे पानी में अविलेय होता है किन्तु जब पानी के साथ उबाला जाता है तब इसके कण पानी शोषित कर फूलते हैं और एक सीमा तक फूलने के बाद फट जाते हैं। जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, यह अवस्था श्लिषीकरण (gelatinisation) की अवस्था होती है। श्लिषीकृत होने के बाद जब स्टार्च-निलम्बन को ठंडा किया जाता है और निलम्बन में स्टार्च की मात्रा पर्याप्त रहती है तो यह जेली (jelly) के रूप में जम जाता है। यदि स्टार्च की प्रतिशत मात्रा कम रहती है तो एक कलिल विलयन (colloidal solution) प्राप्त होता है। विभिन्न पदार्थों के स्टार्च से जो श्लिषि (या जेल, gel) प्राप्त होती है उसके रूप तथा मजबूती में परस्पर अन्तर होता है।

बिस्कुट बनाने में शिलिषि के रूप तथा मजबूती का बड़ा महत्त्व है। चावल के स्टार्च की शिलिषि अर्ध-पारदर्शक और सब से मुलायम होती है, मकई के स्टार्च की सब से मजबूत और सब से सफेद होती है, गेहूँ के स्टार्च की शिलिषि मजबूती और सफेदी में इन दोनों के बीच की रहती है। आलू की शिलिषि पारदर्शक तथा चिपकने वाली होती है; अरारोट की इससे भी अधिक पारदर्शक तथा अधिक मुलायम होती है। टैपियोका स्टार्च की शिलिषि में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा सबसे अधिक लेनी पड़ती है।

प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि शिलिषि को मजबूत बनाने के लिए स्टार्च-निलम्बन को उस ताप से अधिक ऊँचे ताप पर गरम करना चाहिए जिस पर अपारदर्शकता सब से कम हो जाती है। शिलिषि की मजबूती का बिस्कुट और डबल रोटी बनाने में बड़ा महत्त्व है।

एक ही अन्न की विभिन्न जातियों के स्टार्च से बनी शिलिषि की मजबूती भी एक समान नहीं होती। उदाहरणार्थ, सफेद मकई के स्टार्च से पीली मकई के स्टार्च की अपेक्षा अधिक मजबूत शिलिषि बनती है। यह भी देखा गया है कि मकई के पकने के पहले यदि पाला (frost) पड़ा है तो इस मकई के स्टार्च की शिलिषि कम मजबूत बनेगी। अन्न से स्टार्च पृथक् करने में की गयी क्रियाओं का प्रभाव भी शिलिषि की मजबूती पर पड़ता है। उदाहरणार्थ, यदि मकई से स्टार्च बनाने में किसी अवस्था पर सल्फर डाइ-आक्साइड का प्रयोग किया गया है तो इस स्टार्च से बनायी गयी शिलिषि उस मकई के स्टार्च की अपेक्षा जिसे बनाने में सल्फर डाइ-आक्साइड का व्यवहार नहीं किया गया है, कम मजबूत होती है।

भोजन वस्तुओं के सम्बन्ध में उपयोग होनेवाले स्टार्च में इन सब गुणों का देखना आवश्यक है। इसी के अनुसार विभिन्न कार्यों के लिए विभिन्न स्टार्चों का उपयोग किया जाता है।

विभिन्न भोजन वस्तुओं बनाने में स्टार्च का उपयोग—मकई, टैपियोका तथा चावल के स्टार्च अथवा इनके आटे का उपयोग कस्टर्ड-चूर्ण, आइसक्रीम-चूर्ण तथा केक-चूर्ण बनाने में बहुत होता है। इन चूर्णों में थोड़ी चीनी, कोई सुगन्ध तथा रंग विभिन्न आवश्यकताओं के अनुसार मिलाये जाते हैं। इन पदार्थों के मिलाने की विधि यह है कि पहले थोड़े से चूर्ण में इन्हे भली-भाँति मिला दिया जाता है और फिर इस चूर्ण को शेष समस्त भाग में मिला कर ठीक से मिश्रित कर दिया जाता है। यदि रंग को विलयन के रूप में मिलाना होता है तो इस विलयन को पहले ठीक से छान लिया जाता है जिससे कोई बिना धुला ठोस रंग का कण न रहने पाये। इस विलयन को स्टार्च में मिला कर

फिर स्टार्च को निम्न ताप पर सुखा लिया जाता है। ताप इतना निम्न रखना चाहिए कि स्टार्च का श्लिषीकरण न होने पाये और साथ ही ढोके भी न बनने पाये।

टैपियोका स्टार्च से बनाये पुडिंग (मधुपाक, pudding) का अमेरिका तथा यूरोप मे बहुत प्रचलन है। पुडिंग बनाने के लिए टैपियोका स्टार्च पपड़ी (flakes) तथा दाने दोनों रूपों में बाजार में बिकता है। इससे पुडिंग तैयार करने में अधिक समय नहीं लगता क्योंकि यह लगभग पूर्ण रूप से पहले ही पका कर तब पपड़ी या दानों के रूप में परिणत कर बाजार में बिकने के लिए भेजा जाता है। पपड़ी साधारणतः निम्न प्रकार से बनायी जाती है —

टैपियोका स्टार्च में थोड़ा सा पानी डाल कर इसे कुछ गीला या नम कर लिया जाता है और फिर लोहे के तबो पर गरम किया जाता है। गरम करते समय स्टार्च को बराबर चलाते रहते हैं। थोड़ी देर में स्टार्च श्लिषीकृत (gelatinise) हो जाता है और फिर पतली पपड़ी के रूप में बन जाता है। इसे सुखा कर रख लिया जाता है।

दानों में परिणत करने के लिए निम्न विधि अपनायी जाती है —

ऊपर की विधि से प्राप्त पपड़ी को मोटा पीस कर दलिया के रूप में कर लिया जाता है। इसे फिर उपयुक्त नाप के छेदों की चलनी से छाना जाता है। इस छने दलिया में बहुत नन्हें-नन्हें कण होते हैं। इसे फिर एक विशेष उपकरण में भर कर कुछ गरम अवस्था में इस प्रकार हिलाया जाता है कि पदार्थ उपकरण में गोलाई से नाचता रहे। यहाँ दलिया के नन्हें-नन्हें कण परस्पर गरम अवस्था में जुट कर मोती के आकार के बड़े गोल दाने बनाते हैं। इन दानों को बड़े छेदों की चलनी से छान कर पैकटो अथवा डब्बों में भर कर बिकने के लिए बाजार में भेज दिया जाता है।

टैपियोका स्टार्च के दाने बनाने की एक विधि यह भी है कि नम टैपियोका स्टार्च को एक लोहे की चद्दर में बने गोल महीन छेदों के भीतर से दबा कर निकाला जाता है। छेदों से नम स्टार्च छोटे छोटे दानों के रूप में निकलता है। इन नन्हें दानों को छेदों से निकलते ही एक ऐसे उपकरण में गिराया जाता है जो गोलाई से घूमता रहता है। यह उपकरण दोहरी दीवार का बना होता है और इन दीवारों के बीच में भाप प्रवाहित होती रहती है जिससे यह गरम बना रहता है। इस उपकरण में जब नन्हें दाने पहुँच कर गोलाई से गरम अवस्था में घूमते हैं तो गरमी से पहले इनके स्टार्च का श्लिषीकरण हो जाता है और फिर ये दाने परस्पर जुट कर मोती के आकार के बड़े दाने बनाते हैं। श्लिषीकृत होने के कारण इन दानों की बाहरी गोल सतह पर एक चमक आ जाती है।

पिछले महायुद्ध के पहले टैपियोका स्टार्च के दाने मुख्य रूप से इंडोनेशिया में बनते

थे और वहाँ से इनका निर्यात अमेरिका तथा यूरोप के अन्य देशों में होता था। किन्तु महायुद्ध के समय में जब इंडोनेशिया पर जापान का अधिकार हो गया तब टैपियोका के दानों का अमेरिका तथा यूरोप में जाना रुक गया। उस समय मकई, चावल तथा अन्य स्टार्चों से टैपियोका के दानों की भाँति के दाने बनाने का प्रयत्न अमेरिका में किया गया। इसमें सफलता तो मिली किन्तु ये दाने इतने सस्ते नहीं होते जितने इंडोनेशिया से प्राप्त होने वाले टैपियोका स्टार्च के दाने होते हैं।

मकई के स्टार्च से पुडिंग बनाने का एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

मकई का स्टार्च	...	२५ पाँड
चीनी	...	७० ”
नमक	..	१ ”
वैनिला (सुगन्ध)	.	३ औंस

माल्ट के योग से स्टार्च द्वारा सुपाच्य भोजन सामग्री बनाना—माल्ट के योग से स्टार्च माल्ट-शर्करा में परिणत हो जाता है। माल्ट-शर्करा का बहुत उपयोग ऐसे भोजन पदार्थ बनाने में होता है जो सरलता से पच सकें। ऐसे सरलता से पचने योग्य भोजन पदार्थों के बनाने की आवश्यकता रोगियों के लिए होती है जिनकी पाचनशक्ति कम-जोर हो गयी है। माल्ट-शर्करा को मछली के तेल तथा लोहे के कुछ यौगिकों के साथ विभिन्न भोजन पदार्थों में उन्हें अधिक शक्ति-वर्धक बनाने के लिए मिलाया जाता है।

स्टार्च से माल्ट-शर्करा निम्न विधि से बनायी जाती है — आलू के स्टार्च को पानी के साथ गरम कर उसमें लगभग ३ प्रतिशत माल्ट-निष्कर्ष मिलाया जाता है। फिर ठंडा कर इसमें लगभग ५ प्रतिशत 'हरा माल्ट' (green malt) मिला कर रख दिया जाता है। जब किण्वन-क्रिया समाप्त हो जाती है तो माल्ट-शर्करा प्राप्त होती है।

इसी प्रकार का एक अन्य पदार्थ भोजन में मिलाने के लिए निम्न प्रकार से बनाया जाता है —

मकई के स्टार्च को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा नियंत्रित सीमा तक जल-विश्लेषित कर पहले डेक्सट्रिन में परिणत किया जाता है। इसमें गरम पानी मिला कर एक विलयन बना लिया जाता है। इस विलयन में १० से ३० प्रतिशत तक ठोस घुला रहता है। इसका pH ४.७ और ५.२ के बीच में रखा जाता है। इस विलयन को फिर ७५° से ० ग्रे ० पर रख कर इसमें थोड़ा डायस्टेस मिला कर लगभग १५ मिनट तक किण्वन होने दिया जाता है। इसके बाद ताप को बढ़ा कर १०-१५ मिनट के लिए १००° से ० ग्रे ० कर दिया जाता है। फिर ताप को ७५° से ० ग्रे ० तक घटा कर थोड़ा डायस्टेस और

डाल दिया जाता है और तब तक किण्वन होने दिया जाता है जब तक किण्वित द्रव आयोडीन से भूरा रंग उत्पन्न करता है। किण्वन जब निश्चित सीमा तक हो चुकता है तब किण्वित द्रव को गाढ़ा कर एक चाशनी के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। इस चाशनी में लगभग ७५ प्रतिशत ऐमिलोडेक्सट्रिन तथा २४-२५ प्रतिशत माल्टोस रहता है।

मिठाइयाँ बनाने में स्टार्च का उपयोग—मिठाइयाँ बनाने में स्टार्च का मुख्य उपयोग ग्लूकोस, रग तथा सुगन्ध के वाहक (carrier) के रूप में होता है। चूसने का गोद (gum drop) तथा इसी प्रकार की अन्य मिठाइयाँ बनाने में विलेय स्टार्च का उपयोग किया जाता है।

चूसने का गोद बनाने में टैपियोका, सैगो तथा मकई के स्टार्चों का उपयोग अधिक होता है क्योंकि ये शीघ्र श्लिषि में परिणत हो जाते हैं। टैपियोका स्टार्च से जो चूसने का गोद बनता है उसमें एक दोष यह होता है कि रखने पर यह गलने लगता है। इसके साथ ही इसके बनाने में भी एक कठिनाई यह होती है कि जब चाशनी को साँचों में डालते हैं तो चाशनी के तार एक साँचे में भरने के बाद शीघ्र टूटते नहीं। फलस्वरूप विभिन्न साँचों की गोलियाँ परस्पर एक दूसरी से तार द्वारा जुड़ी रहती हैं। इन्हें पृथक् करने पर इनका रूप बहुत सुन्दर और साफ नहीं आता। सैगो स्टार्च से जो गोद बनता है वह आरम्भ में स्वच्छ और चमकीला होता है किन्तु इसमें दोष यह होता है कि रखने पर इसकी पारदर्शकता और चमक विलीन हो जाती है और यह देखने में धुंधला हो जाता है। मकई के स्टार्च से स्वच्छ और अच्छा गोद प्राप्त होता है, किन्तु अन्य स्टार्च के योग से बनाये गोद की अपेक्षा यह कुछ अधिक मुलायम होता है। इस दोष को दूर करने के लिए कैल्सियम पर-आक्साइड द्वारा आक्सीकृत किया गया मकई का स्टार्च उपयोग किया जाता है। इस आक्सीकृत स्टार्च से चूसने का गोद स्वच्छ और कड़ा बनता है।

चूसने का गोद बनाने की विधि निम्न प्रकार है :—

इक्षु-शर्करा	...	५० भाग
ग्लूकोस	...	५० "
पानी	...	१०० "
स्टार्च	...	५ "
रग और सुगन्ध	...	इच्छानुसार

इक्षु-शर्करा, ग्लूकोस और स्टार्च की निर्धारित मात्राएँ पानी में मिला कर विलयन को उबाला जाता है। थोड़ी देर तक उबालने के बाद एक पारदर्शक स्वच्छ चाशनी प्राप्त होती है। इसमें रग और सुगन्ध की आवश्यक मात्राएँ शीघ्र मिला कर साँचों

मे भर दिया जाता है और कई दिनो तक जमने के लिए छोड़ दिया जाता है। साँचे भी मकई के स्टार्च के ही बने होते हैं। जब चाशनी जम कर गोद के रूप में हो जाती है तो साँचे सहित गोद को चलनियो में निकाल लिया जाता है। स्टार्च छन कर निकल जाता है और गोद की गोलियाँ चलनियो पर अलग रह जाती हैं। इन्हे तश्तरियो में एकत्रित कर दबाया जाता है जिससे ये चपटे रूप की हो जाती हैं। फिर प्रत्येक को पतले कागज में लपेट कर और कागज में लिपटी गोलियों को डब्बो में भर कर बाजार में बिकने के लिए भेज दिया जाता है।

आलू के स्टार्च का भोजन व्यवसाय में उपयोग—हम पीछे बतला चुके हैं कि आलू के स्टार्च से ग्लूकोस बड़ी मात्रा में बनाया जाता है। आलू से ऐलकोहल भी जर्मनी तथा यूरोप के कुछ अन्य देशों में बहुत बनाया जाता है। इन सब उपयोगों के अतिरिक्त आलू के आटे का बड़ा उपयोग रोटियों तथा बिस्कुट बनाने में भी होता है। आलू का आटा बनाने के लिए आलू को पहले धो कर साफ कर लिया जाता है और फिर कूच कर लुगदी के रूप में परिणत कर दिया जाता है। इस लुगदी को अब दाब पर भाप द्वारा गरम किया जाता है और गरम अवस्था में ही इसके ऊपर हवा की तेज धारा प्रवाहित की जाती है। हवा की धारा लुगदी में मौजूद वाष्पशील अपद्रव्यों को उड़ा कर निकाल देती है। इन अपद्रव्यों के निकल जाने से आटे में से आलू की खराब गंध हट जाती है और इसका स्वाद भी अच्छा हो जाता है। आधा घंटा इस प्रकार से गरम करने के बाद लुगदी को पानी भरे एक दूसरे बर्तन में डाल दिया जाता है। आलू का छिलका तथा अन्य भारी अपद्रव्य नीचे तली में पहले बैठ जाते हैं और आटा निलम्बित अवस्था में रहता है। तली में बैठे अपद्रव्यों को पृथक् कर निकाल दिया जाता है और आटे के निलम्बन को सुखा कर सूखा आटा प्राप्त कर लिया जाता है। निलम्बन को सुखाने के लिए विभिन्न प्रकार के शोषकों का व्यवहार किया जाता है।

आलू के आटे में ८०-८२ प्रतिशत स्टार्च तथा शर्कराएँ, ८-९ प्रतिशत प्रोटीन, ०.२-०.५ प्रतिशत वसा और २-३ प्रतिशत खनिज द्रव्य रहते हैं। शेष लगभग ५-६ प्रतिशत जल रहता है। इस प्रकार यह आटा अच्छा भोजन पदार्थ है। आलू अधिक समय तक रखने पर खराब हो जाता है किन्तु यह आटा बहुत वर्षों तक बिना खराब हुए रखा जा सकता है। इस आटे का यह गुण विशेष लाभ का है और इस प्रकार आटे के रूप में आलू बहुत समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है।

आलू के स्टार्च में मकई, टैपियोका और गेहूँ का स्टार्च मिला कर इसका उपयोग कस्टर्ड चूर्ण बनाने तथा अन्य प्रकार के भराऊ पदार्थ के रूप में बहुत होता है। केक बनाने के लिए भी गेहूँ के आटे में लगभग २० से ४० प्रतिशत तक आलू का आटा प्रायः

मिलाया जाता है। इस मिश्रित आटे से केक अधिक अच्छी बनती है। सूप और ग्रेवी (gravity) को गाढ़ा करने के अर्थ प्रयुक्त होने वाले विभिन्न चूर्णों में भी आलू का स्टार्च रहता है। डबल रोटी बनाने में भी प्रायः थोड़ा सा उबला आलू पीस कर गेहूँ के आटे में मिलाया जाता है। इससे रोटी अधिक सफेद बनती है। रोटी के ऊपर की पपड़ी बहुत सूखी और कड़ी नहीं होती तथा रखने पर रोटी में बासीपन जल्दी नहीं आता।

आलू से बनाये भोजन पदार्थों में पौष्टिक तत्वों की मात्रा बहुत अशुभ तक पकाने की विधि पर निर्भर करती है। छिलके सहित आलू को पकाने पर उसके भोजन तत्वों की हानि छिलका उतारे आलू को पकाने की अपेक्षा कम होती है। इसी प्रकार भाप द्वारा पकाने से पानी के साथ उबालने की अपेक्षा कम हानि होती है। पानी के साथ उबालने पर आलू का कुछ स्टार्च, प्रोटीन और खनिज द्रव्य तथा आलू में मौजूद शर्कराएँ पानी में घुल कर निकल जाती हैं। पानी में विलेय होने के कारण आलू का विटामिन-सी भी पानी में घुल कर पर्याप्त अंश तक निकल जाता है। अतः आलू के पौष्टिक तत्वों को अधिक से अधिक सुरक्षित रखने के लिए आलू को छिलके सहित भाप द्वारा पकाना उन्हें पानी के साथ उबाल कर पकाने की अपेक्षा अधिक अच्छा है। आलू के पौष्टिक तत्वों को सुपाच्य रूप में परिणत करने के लिए आलू को पकाना आवश्यक होता है। पकाने से आलू के स्टार्च का आंशिक श्लिपीकरण हो जाता है और सेल्यूलोस अधिक पाच्य रूप में परिणत हो जाता है। इसमें उपस्थित प्रोटीन भी स्कंदित रूप में हो कर अधिक पाच्य हो जाती है।

पाक-चूर्ण (बैकिंग चूर्ण, Baking powder) बनाने में स्टार्च का उपयोग—पाक-चूर्ण बनाने में भराऊ पदार्थ के रूप में स्टार्च का उपयोग होता है। डबल रोटी, केक तथा बिस्कुट आदि को पकाते समय इनके आटे में पाक-चूर्ण इस प्रयोजन से मिलाया जाता है कि पकने पर ये सरंध्र और हलके रहे। गरम होने पर पाक-चूर्ण में मौजूद रासायनिक पदार्थ परस्पर रासायनिक प्रतिक्रिया करते हैं जिसके फलस्वरूप कार्बन डाइ-आक्साइड गैस बड़ी मात्रा में उत्पन्न होती है और पक रही वस्तु के भीतर से छेद करती हुई बाहर निकलती है। इस प्रकार वस्तु सरंध्र और हलकी हो जाती है और उसका रूप कुछ कुछ मक्खी के छत्ते की भाँति हो जाता है।

पाक-चूर्ण बनाने में लगभग ४० प्रतिशत स्टार्च तथा शेष ६० प्रतिशत में अन्य सब रासायनिक पदार्थ मिलाये जाते हैं। इस काम के लिए सभी स्टार्चों का उपयोग किया जाता है किन्तु चावल का स्टार्च अधिक अच्छा होता है, क्योंकि इसकी उपस्थिति से पाक-चूर्ण अधिक दिनों तक सुरक्षित रहता है। मकई का स्टार्च यद्यपि चावल के स्टार्च की भाँति पाक-चूर्ण को अधिक टिकाऊ तो नहीं बनाता पर इसमें एक दूसरा

लाभ होता है। मकई के स्टार्च में तरलता (fluidity) अन्य स्टार्चों की अपेक्षा अधिक होती है, अतः इसके मिलाने से पाक-चूर्ण भी अधिक तरल हो जाता है। इस तरलता के कारण पाक-चूर्ण में उसके विभिन्न रासायनिक अवयव अधिक ठीक से एक दूसरे से पृथक् रहते हैं और शीघ्र परस्पर मिल कर प्रतिक्रिया नहीं करते।

सलाद चूर्ण (Salad dressings)—सलाद बनाने के लिए राई आदि विभिन्न मसालों का एक चूर्ण बना कर रख लिया जाता है और सलाद बनाते समय इस चूर्ण को सलाद की वस्तुओं पर डाल कर तुरन्त सलाद बना लिया जाता है। सलाद चूर्ण में स्टार्च भी प्रायः मिश्रित किया जाता है। स्टार्च का सलाद बनाने में मुख्य कार्य अंडे तथा अन्य पदार्थों को आकीर्ण (dispersed) अवस्था में रखना तथा उसकी स्थानता को बढ़ाना है। इस काम के लिए मकई और टैपियोका स्टार्चों के मिश्रण का बहुत उपयोग होता है।

बिस्कुट बनाने में स्टार्च का उपयोग—विभिन्न प्रकार के बिस्कुट बनाने में स्टार्च का बड़ा उपयोग होता है। अरारोट स्टार्च से कड़े मीठे बिस्कुट बनाये जाते हैं और ये बिस्कुट बच्चों तथा रोगियों के लिए अच्छे समझे जाते हैं क्योंकि शीघ्र पच जाते हैं। अरारोट पर लार की क्रिया शीघ्र होती है और यह शक्कर में जल-विश्लेषित हो जाता है। किन्तु अधिक प्रकार के बिस्कुट मुख्य रूप से गेहूँ के आटे से बनाये जाते हैं। इस काम के लिए मुलायम जाति के गेहूँ का आटा अधिक अच्छा समझा जाता है। अच्छा बिस्कुट बनाने के लिए गेहूँ के आटे में स्टार्च भी मिलाया जाता है। स्टार्च की विभिन्न मात्रा का उपयोग कर विभिन्न गुण युक्त बिस्कुट बनाये जा सकते हैं। यदि मीठे और कुरकुरे बिस्कुट बनाना होता है तो आटे में स्टार्च इस अनुपात में मिलाया जाता है कि मिश्रण में प्रोटीन की प्रतिशत मात्रा ७ से ८.५ के बीच में रहे। स्पज की तरह सरध बिस्कुट बनाने के लिए आटे और स्टार्च का ऐसा मिश्रण लिया जाता है कि उसमें प्रोटीन की मात्रा ८ से १० प्रतिशत के बीच में रहती है। आटे की प्रोटीन के प्रतिशत को निश्चित सीमा तक घटाने के लिए शक्कर तथा मक्खन (या अन्य दसा) भी मिलाया जाता है, किन्तु यदि केवल इन्हीं का उपयोग इस काम के लिए किया जाय तो इनकी इतनी अधिक मात्रा आटे में मिलानी पड़े कि बिस्कुट आवश्यकता से बहुत अधिक मीठा हो जाय। इसी कारण स्टार्च का उपयोग करना आवश्यक होता है। बहुत पहले आटे में मकई के स्टार्च की लगभग ५० प्रतिशत तक मात्रा मिला कर बिस्कुट बनाया जाता था, किन्तु स्टार्च की इतनी अधिक मात्रा मिलाने की आवश्यकता नहीं है। साधारण रीति से अच्छा बिस्कुट बनाने के लिए विभिन्न गेहूँ के आटे में उसकी प्रोटीन की मात्रा के अनुसार ५ से २० प्रतिशत तक स्टार्च मिलाने की आवश्यकता होती है। चीनी और

मक्खन मिलाने से भी प्रोटीन की प्रतिशत मात्रा कुछ घटती है। अतः स्टार्च मिलाने समय इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि बाद में चीनी और मक्खन भी मिलाना है, और इस कारण स्टार्च केवल इतना ही मिलाया जाय कि बाद में चीनी और मक्खन मिलाने के बाद मिश्रण में प्रोटीन का प्रतिशत निर्धारित सीमा के अन्तर्गत रहे।

बिस्कुट बनाने के आटे में स्टार्च मिश्रित करने के निम्न लाभ हैं —

यह गुंधे (dough) आटे को कड़ा-नहीं पड़ने देता और बिस्कुट को कोमल (tender) बनाता है। स्टार्च न रहने पर गुंधा आटा शीघ्र कड़ा पड़ जाता है जिसके कारण साँचो में बिस्कुट का ठीक रूप नहीं आता और बनने पर बिस्कुट में कोमलता भी नहीं रहती। ऐसे गुंधे आटे में, जो कड़ा पड़ गया है, ५ से १० प्रतिशत तक स्टार्च मिलाने से आटे का कड़ापन दूर हो जाता है और फिर इस आटे का बिस्कुट बनने पर वह ठीक रूप का होता है। अधिकतर आटे में मकई का स्टार्च मिलाया जाता है। मकई का आटा बिस्कुट में निम्न गुण उत्पन्न करता है — (१) बिस्कुट का स्वाद अधिक अच्छा हो जाता है, (२) बिस्कुट के भीतर का रंग अधिक स्वच्छ और सफेद रहता है, (३) शक्कर और मक्खन कम मिलाना पड़ता है, अतः बिस्कुट सस्ता पड़ता है, (४) बिस्कुट का चिपकनापन घट जाता है और इसका रूप तथा आकार अधिक अच्छा होता है।

आइस्क्रीम के साथ उपयोग होने वाले वेफर बिस्कुट (wafer) बनाने में आटे के प्रकार का बहुत महत्त्व है। यदि आटा मुलायम होता है तो वेफर इतना कोमल बनता है कि हाथ से छूते ही चूर हो जाता है। यदि आटा बहुत कड़ा होता है तो वेफर भगुर बनता है। वेफर बनाने के लिए गेहूँ के आटे में साधारण रीति से ५ से ७ प्रतिशत तक टैपियोका स्टार्च मिलाना अच्छा होता है। कभी-कभी आटे की जाति के अनुसार १५ प्रतिशत तक टैपियोका स्टार्च मिलाना पड़ता है। वेफर बनाने के लिए मकई का स्टार्च इतना अच्छा नहीं होता क्योंकि इससे वेफर बहुत भगुर बनता है और पैकेट में ही टूट जाता है। वेफर ऐसा होना चाहिए जो न तो बहुत कड़ा हो और न बहुत भगुर ही हो।

बिस्कुट बनाने में जब शक्कर को महीन पीस कर आटे में मिलाना होता है तो आटे के तैयार होते ही शीघ्र बिस्कुट बना लेना चाहिए। यदि यह कुछ समय तक रखा रहता है तो शक्कर के साथ आटा ढोके बनाता है। ढोके न बनने पाये इसके लिए प्रायः एक-दो प्रतिशत मकई का स्टार्च या सफेद डेक्सट्रिन का चूर्ण शक्कर में पहले मिला कर तब इसे आटे में मिलाना चाहिए। बिस्कुटों पर आइसिंग करते समय आइसिंग मशीन में मकई का स्टार्च छिड़का जाता है जिससे आइसिंग पदार्थ मशीन में चिपकने न पाये।

डबल रोटी बनाने में स्टार्च का महत्त्व—डबल रोटी गेहूँ के आटे से बनायी

जाती है। आटे में मौजूद स्टार्च की जाति के ऊपर डबल रोटी के गुण तथा रूप आदि बहुत अंश तक निर्भर करते हैं। डबल रोटी बनाने में क्रिया निम्न क्रम से होती है। आटे में वर्तमान डायस्टेस पहले थोड़े स्टार्च को शर्करा में परिवर्तित कर देता है। यह शर्करा फिर यीस्ट द्वारा किण्वित होती है। इस किण्वन में जो कार्बन डाइ-आक्साइड गैस निकलती है वह डबल रोटी को सरंध्र और हलकी बनाती है। विभिन्न स्टार्च ऊपर की क्रिया में विभिन्न अंश तक भाग लेते हैं और इसी कारण विभिन्न आटे के स्टार्च से विभिन्न प्रकार की डबल रोटी बनती है।

रोटी बनने में स्टार्च के निम्न दो गुणों का विशेष महत्त्व है — स्टार्च-कणों के पानी शोषण करने की शक्ति तथा सिकने का गुण। स्टार्च का पानी शोषित करने का गुण आटे में वर्तमान ग्लूटेन की मात्रा तथा स्टार्च-कणों की अवस्था पर भी निर्भर करता है। यदि ग्लूटेन की मात्रा अधिक रहती है तो आटे को गूंधने के लिए अधिक पानी की आवश्यकता पड़ती है। इसी प्रकार स्टार्च-कण जितना अधिक ग्लूटेन से पृथक् मुक्त अवस्था में आटे में रहते हैं उतना ही शीघ्र वे पानी शोषित कर सकते हैं। इसके साथ ही आटे के महीन और अपेक्षाकृत मोटे पिसे रहने पर भी उसके पानी सोखने का गुण निर्भर करता है। जितना अधिक महीन आटा पिसा रहता है उतना ही अधिक स्टार्च-कण टूटी अवस्था में रहते हैं और जितना अधिक टूटी अवस्था में स्टार्च-कण रहते हैं उतना अधिक वे पानी सोख सकते हैं। अतः एक ही गेहूँ का वह आटा जो खूब महीन पीसा गया है, उस आटे की अपेक्षा जो कम महीन है, अधिक पानी सोखेगा।

स्टार्च के सिकने के गुण (baking quality) का सम्बन्ध बहुत अंश तक उसके कणों की माप से है। यदि आटे में महीन कणों का अनुपात मोटे कणों की अपेक्षा अधिक होता है तो इसमें सिकने का गुण अधिक अच्छा होता है। गुंधे आटे की मजबूती पर भी कणों की माप का प्रभाव पड़ता है। महीन कण गुंधे आटे को अधिक मजबूत बनाते हैं। स्टार्च-कणों की माप के साथ-साथ उनकी जाति तथा रूप पर भी कुछ अंश तक सिकने का गुण निर्भर करता है। उदाहरणार्थ, यदि थोड़ा सा आलू का आटा या स्टार्च गेहूँ के आटे में मिला दिया जाता है तो जो डबल रोटी इससे बनती है उसमें नमी अधिक रहती है।

सिकने के गुण पर आटे में मौजूद डायस्टेस का भी बड़ा प्रभाव पड़ता है। डायस्टेस आटे में मुक्त रूप में है या बंधित रूप में है इस पर बहुत अंश तक डायस्टेस की क्रिया निर्भर करती है। डायस्टेस जितना अधिक मुक्त अवस्था में रहता है उतना ही घनिष्ठ रूप में स्टार्च-कणों के सम्पर्क में आता है और फलस्वरूप उतनी ही अधिक इसकी क्रिया स्टार्च पर होती है। आटे को महीन पीसने से बहुत सा डायस्टेस जो अन्न-

के कुछ भाग में यांत्रिक रूप से बन्धित रहता है मुक्त हो जाता है और आटे में सब जगह फैल जाता है जिससे इसकी क्रिया बढ़ जाती है। नमक का तनु विलयन भी डायस्टेस को बन्धित अवस्था से मुक्त होने में सहायक होता है। इसी कारण डबल रोटी बनाने में प्रायः आटे में थोड़ा सा नमक भी डाला जाता है। पपेन (papain) एंजाइम में भी डायस्टेस को बन्धित अवस्था से मुक्त करने का गुण होता है, किन्तु इसकी क्रिया यदि एक सीमा से अधिक होने दी जाती है तो गुंधे आटे के सिकने के गुण में कई प्रकार के दोष उत्पन्न हो जाते हैं।

सिकने के गुण में वृद्धि करने के लिए आटे में प्रायः कुछ पदार्थ भी मिलाये जाते हैं। ये पदार्थ अधिकतर आक्सीकारक होते हैं। ये प्रोटीन पर क्रिया करने वाले एंजाइम की क्रिया को घटा देते हैं और इसका आटे के सिकने पर अच्छा प्रभाव पड़ता है। आटे को कुछ समय तक सगृहीत रखने पर भी उसके सिकने का गुण अच्छा हो जाता है और इसका कारण भी संभवतः यही है कि रखने पर आटे के एंजाइम की क्रियाशीलता घट जाती है।

डबल रोटी में प्रायः दो प्रकार के दोष उत्पन्न हो जाते हैं — एक तो चिपकने का और दूसरा पपड़ी पर धारियाँ पड़ जाने का। प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि डबल रोटी के इन दोषों का सम्बन्ध आटे में मौजूद माल्टोस की मात्रा से रहता है। इन दोषों से रहित अच्छी डबल रोटी बनाने के लिए आटे में माल्टोस की मात्रा का १ ५ से २.३ प्रतिशत के बीच में रखना आवश्यक है। यदि माल्टोस २ ५ प्रतिशत से अधिक रहता है तो डबल रोटी की पपड़ी में चिपकने का दोष उत्पन्न हो जाता है। कुछ लोगों के वचार के अनुसार पपड़ी के चिपकने का दोष स्टार्च के अधिक जल-विश्लेषण से सम्बन्ध रखता है। एंजाइम की अधिक क्रिया के फलस्वरूप स्टार्च का अपेक्षाकृत अधिक जल-विश्लेषण होता है और डेक्सट्रिन उत्पन्न होता है। इस कारण स्टार्च की पर्याप्त मात्रा नहीं बचती जो सब पानी को अपने में बन्धित रख सके। उत्पन्न हुआ डेक्सट्रिन इस पानी में घुल कर चिपकने का दोष उत्पन्न करता है। जिस आटे में डेक्सट्रिन की मात्रा १४ प्रतिशत से अधिक होती है उसकी डबल रोटी में ऊपर बतलाये दोष उत्पन्न हो जाते हैं, चाहे जितनी अच्छी प्रकार सिकने की क्रिया की जाय। प्रायः बहुत से नानबाई गुंधे आटे में माल्ट-चाशनी इसलिए मिलाते हैं कि आटे में शर्करा की मात्रा बढ़ जाय और किण्वन शीघ्रता से हो। माल्ट-चाशनी में डायस्टेस भी रहता है और इस प्रकार इस चाशनी के साथ डायस्टेस की भी कुछ मात्रा आटे में पहुँच जाती है। आटे में स्वयं भी पहले से डायस्टेस रहता है। अतः माल्ट-चाशनी के मिलाने से आटे में डायस्टेस की मात्रा आवश्यकता से प्रायः अधिक हो जाती है। कुछ रसायनज्ञों

का अनुमान है कि डायस्टेस की इस अधिक मात्रा के कारण भी डबल रोटी में ऊपर बतलाये दोष उत्पन्न होते हैं। ऊपर के विवेचन से यह स्पष्ट है कि डबल रोटी के दोष किसी एक कारण से ही नहीं उत्पन्न होते, ये दोष विभिन्न कारणों से उत्पन्न होते हैं।

रोटी के बासी होने की समस्या—डबल रोटियों को कई-कई दिनों तक रखने की आवश्यकता पड़ती है। अतः रोटियाँ रखने पर सुरक्षित रह सकें और उनके स्वाद में कोई अन्तर न आये यह बात बहुत महत्व की है। घरों में प्रायः रोटियाँ बच जाती हैं और यदि रखने पर इनमें बासीपन आ जाता है तो इन्हें फेंकना पड़ता है। युद्ध के दिनों में सिपाहियों को प्रति दिन ताजी रोटियाँ युद्ध के मैदान में पहुँचाना सम्भव नहीं होता। वहाँ तो भोजन पदार्थ पहुँचाने की व्यवस्था प्रायः महीनो नहीं हो पाती। ऐसी अवस्था में सिपाहियों के लिए ऐसी रोटियाँ बनानी आवश्यक है जो रखी जा सकें और जिनमें रखने पर बासीपन न आये। इसी प्रकार यदि रोटी के बासीपन पर नियंत्रण रखा जा सके तो एक स्थान से रोटियाँ दूर के दूसरे स्थानों में सुविधापूर्वक भेजी जा सकती हैं। अतः रोटी के बासीपन की समस्या आर्थिक तथा व्यावहारिक दोनों क्षेत्रों में बहुत महत्व की है और इस सम्बन्ध में वर्षों से रसायनज्ञों ने खोज कर इस समस्या का हल ज्ञात करने का प्रयत्न किया है।

रोटी का बासीपन क्या है ?—बासी होने पर रोटी के रूप में कुछ ऐसे परिवर्तन होते हैं जिनका ठीक से बतलाना तो कठिन है किन्तु अनुभवी व्यक्ति देख कर बासीपन पहचान लेता है। साधारण रीति से बासीपन का उन परिवर्तनों से तात्पर्य है जो रोटी के रखने पर उसमें उत्पन्न हो जाते हैं और जिनके कारण रोटी का स्वाद आदि खराब हो जाता है। ग्राहक प्रायः शक्ल से ही रोटी के बासीपन का अनुमान लगा लेता है। बासीपन आ जाने पर निम्न परिवर्तन होते हैं — (१) रोटी के स्वाद और गंध में अन्तर हो जाता है, (२) पपड़ी सूख कर अधिक कड़ी पड़ जाती है और छूने से तथा जीभ पर रखने से यह कड़ापन तुरन्त मालूम हो जाता है, (३) बाहरी पर्त धीरे-धीरे कड़ी पड़ती जाती है और अतः में इतनी भगुर हो जाती है कि शीघ्र चूर हो जाती है, (४) रोटी की पानी सोखने की शक्ति घट जाती है, (५) रोटी में विलेय स्टार्च की मात्रा घट जाती है, (६) रोटी में अपारदर्शकता बढ़ जाती है तथा (७) एक्स-किरण (X-ray) से लिये गये वर्ण-चित्र (spectrum) में अन्तर हो जाता है। बासीपन से सम्बन्धित ये सब परिवर्तन रोटी के भीतर होने वाली अनेक भौतिक तथा रासायनिक अभिक्रियाओं के परिणाम हैं। ये अभिक्रियाएँ बहुत जटिल हैं और इनका ज्ञान ठीक से होना सम्भव नहीं है।

रोटी में बासीपन किस अंश तक उत्पन्न हो गया है इसका अनुमान करने के लिए

ऊपर बतलाये परिवर्तनों को मापने का प्रयत्न किया जाता है। साधारणतः निम्न विधियाँ बासीपन को मापने में प्रयोग की जाती हैं —

(क) संपीड्यता द्वारा (By measuring compressibility)—विभिन्न उपकरणों की सहायता से इस विधि द्वारा यह ज्ञात किया जाता है कि एक निर्धारित भार से रोटी कितनी दबती है, अथवा यह देखा जाता है कि किसी एक निश्चित मात्रा तक रोटी को दबाने के लिए कितने भार की आवश्यकता पड़ती है। पहली विधि में भार स्थिर रखा जाता है और बासीपन की मात्रा के अनुसार संपीड्यता के पाठ्यांक (reading) में जो अन्तर आता है वह ज्ञात हो जाता है। इस पाठ्यांक को “मुलायमपन का पाठ्यांक” (softness readings) भी कहते हैं क्योंकि रखने पर रोटी का मुलायमपन घटता जाता है।

दूसरी विधि में एक संपीड्यता को प्रामाणिक मान कर स्थिर कर लिया जाता है, और जैसे-जैसे बासीपन बढ़ता जाता है यह ज्ञात करते जाते हैं कि कितने भार से रोटी प्रामाणिक संपीड्यता तक संपीडित होती है। बासीपन की वृद्धि के साथ-साथ जैसे-जैसे रोटी में कड़ापन बढ़ता जाता है वैसे-वैसे प्रामाणिक संपीड्यता तक रोटी को संपीडित करने के लिए क्रम से अधिक भार की आवश्यकता पड़ती है। भारों के ये पाठ्यांक बासीपन की माप प्रदर्शित करते हैं। इन पाठ्यांकों को “दृढता का पाठ्यांक” (firmness readings) कहते हैं। आजकल इस दूसरी विधि का ही प्रयोग अधिक होता है।

ऊपर की दोनों विधियों से जो निष्कर्ष प्राप्त होते हैं वे एक समान नहीं होते। यदि “मुलायमपन के पाठ्यांक” को समय के पाठ्यांक के साथ ले कर वक्र (curve) खींचा जाय तो एक समबाहु अतिपरवलय (equilateral hyperbola) बनता है, किन्तु “दृढता के पाठ्यांक” के साथ जो वक्र प्राप्त होते हैं वे लगभग सीधी रेखाएँ होती हैं। सीधी रेखाएँ होने के कारण ‘कड़ेपन’ के वक्रों का परस्पर तुलनात्मक रूप से अध्ययन किया जा सकता है, किन्तु ‘मुलायमपन’ के वक्रों का इस प्रकार अध्ययन नहीं किया जा सकता। ‘मुलायमपन’ के वक्र आरम्भ में तेजी से नीचे गिरते हैं और फिर लगभग स्थिर हो जाते हैं। इन वक्रों में सबसे अधिक अवपात (fall) डबल रोटी के पकने के तुरन्त बाद के कुछ घटों के भीतर ही होता है, इस कारण ये बासीपन को व्यक्त करने के लिए विशेष उपयुक्त नहीं सिद्ध होते। इसके साथ ही इन वक्रों में एक कठिनाई यह भी होती है कि बाद में इनमें इतना कम अन्तर होता है कि इस सूक्ष्म अन्तर से बासीपन का ठीक अनुमान लगाना सम्भव नहीं होता। इन सब कारणों से बासीपन की माप करने के लिए “दृढता के पाठ्यांक” ही अब विशेष रूप से व्यवहार में आते हैं।

इन पाठ्याको से प्राप्त वक्र समय की वृद्धि से ऊपर बढ़ते जाते हैं और इस वृद्धि से बासीपन का अनुमान अधिक अच्छी प्रकार लग जाता है।

(ख) रोटी की शोषण-क्षमता द्वारा (By measuring absorption capacity)—रोटी में बासीपन उत्पन्न होने की मात्रा के अनुपात से उसकी जल-शोषण करने की शक्ति घटती जाती है। इस शोषण-क्षमता के अन्तर को विभिन्न रीति से मापा जाता है। एक विधि में रोटी को तोड़ कर पानी में डाल दिया जाता है और फिर अपकेन्द्री यन्त्र द्वारा पानी को निकाल कर तलछट को तोल लिया जाता है। तलछट की तोल में से आरम्भ में ली गयी रोटी की तोल को घटाने पर शोषित हुए पानी की तोल ज्ञात हो जाती है।

(ग) रोटी में वर्तमान विलेय स्टार्च की मात्रा ज्ञात कर उसके द्वारा—रोटी को पानी से घोने पर उसमें मौजूद विलेय स्टार्च घुल कर निकल आता है। अतः इस विधि द्वारा बासीपन की माप करने में रोटी का विलेय स्टार्च पानी में घुला कर विलयन के रूप में अलग निकाल लिया जाता है और फिर इस विलयन में से ऐलकोहल द्वारा अवक्षेपित कर इसे अवक्षेप के रूप में प्राप्त कर लिया जाता है। इस अवक्षेप को छान कर और सुखा कर तोल लिया जाता है। इस तोल से रोटी के बासीपन की माप हो जाती है। बासीपन की वृद्धि के साथ-साथ विलेय स्टार्च की मात्रा रोटी में घटती जाती है।

(घ) अपारदर्शकता द्वारा (By measuring opacity)—बासीपन की वृद्धि के साथ-साथ रोटी की अपारदर्शकता भी बढ़ती जाती है। रोटी की अपारदर्शकता में अन्तर इसके पक कर तैयार होने के लगभग दो दिनों बाद से आरम्भ होता है और ८-१० दिनों तक होता रहता है। अपारदर्शकता की माप के लिए विभिन्न उपकरणों का प्रयोग किया जाता है। इन सब में यह ज्ञात किया जाता है कि रोटी के भीतर से प्रकाश की कितनी मात्रा संचरित होती है।

(ङ) विशीर्णता द्वारा (By measuring crumbliness)—इस विधि में रोटी के एक निश्चित माप के टुकड़े को गोलाई से घुमायी जाने वाली चलनी में रख कर एक निश्चित समय तक चलनी को मशीन द्वारा घुमाते हैं। जितना चूर रोटी की सतह से टूट कर पृथक् होता है उसे तोल लिया जाता है। जैसे-जैसे बासीपन बढ़ता है रोटी में शीघ्र चूर होने का गुण भी बढ़ता जाता है।

(च) एक्स-किरण द्वारा प्राप्त चित्र द्वारा (By X-ray photograph)—एक्स-किरण द्वारा रोटी का चित्र लिया जाता है और उसके द्वारा स्टार्च के भौतिक रूप का निरीक्षण किया जाता है। ताजी रोटी में स्टार्च अणुओं का प्रबन्ध एक निश्चित प्रकार का होता है। बासीपन पैदा होने पर इस प्रबन्ध में अन्तर हो जाता है। अतः

एक्स-किरण द्वारा लिये गये चित्र का निरीक्षण करने से बासीपन की मात्रा का अनुमान लगाया जा सकता है।

बासीपन का परिमाण करने की ऊपर बतलायी कोई भी विधि पूर्ण सन्तोषजनक नहीं है। इन विधियों से केवल मोटे रूप में ही बासीपन का अनुमान होता है। बासीपन से सम्बन्धित रोटी के सब परिवर्तन मुख्य रूप से रोटी के स्टार्च में होने वाले परिवर्तन हैं। अतः बासीपन का ठीक ज्ञान प्राप्त करने के लिए तथा उसके नियंत्रण की विधि ज्ञात करने के लिए शुद्ध स्टार्च के गुणों का अध्ययन किया जा रहा है।

बासीपन उत्पन्न होने के कारण—साधारणतः लोग ऐसा समझते हैं कि रोटी का बासीपन मुख्य रूप से रोटी का सूखना है, किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है। यदि रोटी को एकदम बूढ़े काँच के ऐसे बर्तन में रख दिया जाय जिसमें हवा का आना-जाना न हो सके तो भी यह देखा जाता है कि रोटी में बासीपन शीघ्रता से उत्पन्न होता है। सन् १८५२ में बोंसिंगाल्ट^१ (Boussingault) ने यह देखा कि यदि बासी रोटी को ७०° से ० ग्रे० पर गरम कर दिया जाय तो वह फिर ताजी की तरह हो जाती है और रोटी के बासी होने तथा उसे इस भाँति गरम कर ताजा करने की क्रिया की तब तक बराबर पुनरावृत्ति की जा सकती है जब तक रोटी पर फफूँद का आक्रमण न हुआ हो। अतः उसने यह निष्कर्ष निकाला कि बासी रोटी में ताजी रोटी से कोई भिन्नता इस कारण नहीं है कि उसमें पानी की मात्रा कम हो गयी है, वरन् इस कारण है कि बासी रोटी के स्टार्च अणुओं के सगठन में कोई ऐसा परिवर्तन हुआ है जो ठीकी साधारण अवस्था में होता है और गरम किये जाने पर यह परिवर्तन फिर विरुद्ध दिशा में हो जाता है और रोटी का ताजापन फिर आ जाता है। कुछ समय बाद अन्य वैज्ञानिकों ने यह देखा कि यदि रोटी में जल की मात्रा घट कर ३० प्रतिशत या इससे नीचे आ जाती है तो फिर इस रोटी में ताजापन केवल गरम करने से नहीं लाया जा सकता। इस रोटी को ताजी की तरह करने के लिए इसे पानी से नम कर तब गरम करना पड़ता है। इस निरीक्षण के आधार पर यह अनुमान किया गया कि बासी होने की क्रिया में रोटी के अन्दर मौजूद जल की मात्रा का वितरण पुनः नये ढंग से होता है। ताजी रोटी में स्टार्च ग्लूटेन की पतली पर्त के सम्पर्क में रहता है और इन दोनों में ग्लूटेन अजल अवस्था में रहता है किन्तु स्टार्च जलयोजित अवस्था में रहता है। रोटी के बासी होने की क्रिया में ग्लूटेन स्टार्च से पानी शोषित करता है जिसके फलस्वरूप स्टार्च सूखता जाता है और इसी कारण रोटी में सूखापन तथा कड़ापन आता है। बासी रोटी को गरम करने पर ग्लूटेन का जल फिर स्टार्च शोषित कर लेता है और इस प्रकार पानी पुनः जिस रूप में ताजी रोटी में आरम्भ में था उसी रूप में वितरित हो जाता है और इस कारण ताजापन

वापस आ जाता है। बासी रोटी में पानी सोखने और फूलने की इतनी शक्ति नहीं रहती जैसी कि ताजी रोटी में होती है, किन्तु यदि बासी रोटी को गर्म कर दिया जाय तो इसमें ताजी रोटी की ही भाँति पानी सोखने और फूलने की शक्ति आ जाती है।

बासीपन के कारण के सम्बन्ध में कोई एक मत मान्य नहीं है। ऊपर वर्णित मत के अतिरिक्त कुछ अन्य मत भी समय-समय पर वैज्ञानिकों ने प्रस्तुत किये हैं। इनमें से कुछ मुख्य नीचे दिये जाते हैं।

ल्लिंडेट^१ (Lindet) ने यह देखा कि बासी होने पर रोटी में विलेय स्टार्च की मात्रा घट जाती है। इसी प्रकार का परिवर्तन श्लिषीकृत स्टार्च में भी होता है और इस परिवर्तन को, जैसा कि हम पीछे बतला चुके हैं, पश्चगमन (retrogradation) कहते हैं। अतः ल्लिंडेट के अनुसार, रखने पर रोटी में स्टार्च के जल की हानि पश्चगमन के कारण होती है और ग्लूटेन के जल-शोषित करने के कारण नहीं। अतः बासीपन का कारण यही पश्चगमन क्रिया है।

कैट्ज़^१ (Katz, १९१६) ने डबल रोटी के बासीपन का अध्ययन करने के लिए बहुत से प्रयोग किये। उसने देखा कि रोटी के सिक कर तैयार होने के बाद ९-१० घंटों के भीतर ही उसके नरमपन, फूलने की शक्ति तथा उसमें मौजूद विलेय स्टार्च की मात्रा में सब से अधिक परिवर्तन होते हैं, किन्तु विशीर्णता (crumbliness) का दोष २४ घंटे के बाद उत्पन्न होता है। उसने यह भी देखा कि पपड़ी का बासीपन वायुमण्डल से तथा रोटी के भीतर से जल-शोषित करने के कारण होता है।

कैट्ज़ ने अपने प्रयोगों द्वारा यह ज्ञात किया कि यदि रोटी में बहुत कम या बहुत अधिक पानी मौजूद रहता है तो उसमें बासीपन शीघ्र नहीं उत्पन्न होता। अतः रोटी को या तो सुखा कर या पानी के अन्दर डुबा कर बहुत समय तक बिना उसमें बासीपन उत्पन्न किये रखा जा सकता है। पानी में थोड़ा सा कोई निःसक्रामक (disinfectant) पदार्थ डाल कर, जिससे फफूँद न उत्पन्न हो सके, और फिर उसमें रोटी डुबा कर रखने से रोटी को लगभग ४-५ महीने तक ताजी अवस्था में रखा जा सकता है। इन सब प्रयोगों से कैट्ज़ ने यह निष्कर्ष निकाला कि बासीपन उत्पन्न होने के लिए पानी की ठीक मात्रा (optimum) का रोटी में रहना आवश्यक है। पानी की अधिक मात्रा में बासीपन क्यों रुक जाता है इसे यद्यपि वह ठीक से नहीं समझा सका पर उसने यह सुझाव रखा कि बासीपन की क्रिया में सम्भवतः दो या अधिक स्टार्च के अणु परस्पर किसी प्रकार से क्रिया कर पानी निकालते हैं और यदि पानी अधिक मौजूद रहता है तो यह क्रिया नहीं होने पाती।

कैट्ज़ ने यह भी देखा कि जब रोटी में जल की मात्रा बासीपन उत्पन्न होने के लिए

बिल्कुल ठीक रहती है तब बासीपन का उत्पन्न होना ताप पर निर्भर करता है। उसने विभिन्न तापो पर रोटी को दो दिनों तक रखा और देखा कि जल की नियंत्रित मात्रा रोटी में बराबर रखने पर रोटी 60° से० ग्रे० से ऊपर के ताप पर ताजी बनी रही, 80° से० ग्रे० पर थोड़ा बासीपन उत्पन्न हुआ और 20° से० ग्रे० पर रोटी एकदम बासी हो गयी, -10° से० ग्रे० से निम्न ताप पर बराबर ताजी बनी रही। इन प्रयोगों में बासीपन की माप उसने रोटी के फूलने की क्षमता तथा उसमें वर्तमान विलेय स्टार्च की मात्रा से की।

कैट्ज़ ने अपने ऊपर के बासीपन के सम्बन्ध के प्रयोग डबल रोटी के अतिरिक्त विभिन्न वस्तुओं के स्टार्चों के साथ भी पृथक्-पृथक् किये। प्रत्येक स्टार्च की उसने एक लेई बनायी, जिसमें ५० प्रतिशत स्टार्च था और फिर इस लेई को 100° से० ग्रे० पर गरम किया। इस विधि से पका कर उसने लेई में उतना प्रतिशत जल रखा जितना डबल रोटी में साधारणतः तैयार होने पर रहता है। इन प्रयोगों द्वारा उसे ज्ञात हुआ कि जल का ठीक अनुपात होने पर विभिन्न तापो पर स्टार्च-लेई में भी उसी प्रकार बासीपन उत्पन्न होता है जिस प्रकार डबल रोटी में उत्पन्न होता है।

कैट्ज़ ने एक्स-किरण के वर्णक्रम (spectra) द्वारा भी बासीपन का अध्ययन किया। उसने देखा कि ताजी रोटी का वर्णक्रम V-प्रकार का होता है किन्तु बासी रोटी का B-प्रकार का होता है। इससे सिद्ध होता है कि बासीपन उत्पन्न होने में मणिभी-करण की दिशा में रोटी में परिवर्तन होता है। स्टार्च-लेई में भी वर्णक्रम से इसी प्रकार का परिवर्तन होना सिद्ध होता है। अतः इन प्रयोगों के आधार पर उसने यह निष्कर्ष निकाला कि रोटी का बासीपन स्टार्च के पश्चगमन के कारण होता है।

कुछ यौगिकों की उपस्थिति में बासीपन उत्पन्न होने की क्रिया बहुत घट जाती है, जैसे विलेय तथा वाष्पशील ऐल्डीहाइड और कार्बनिक अम्लों की उपस्थिति में, किन्तु इन पदार्थों का प्रयोग बासीपन रोकने के लिए व्यावहारिक रूप में नहीं किया जा सकता क्योंकि ये स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हैं। कैट्ज़ ने एक विधि ज्ञात की जिसके द्वारा डबल रोटी को दो दिनों तक ताजा बनाये रखा जा सकता है। इस विधि में रोटी को ऐसे वायुमंडल में रखा जाता है जिसमें नमी ६५-७० प्रतिशत रहती है।

कैट्ज़ के इस मत से कि रोटी का बासीपन मुख्य रूप से स्टार्च के पश्चगमन के कारण होता है, बहुत से वैज्ञानिक सहमत नहीं हैं। आस्टवल्ड (Ostwald) के अनुसार बासीपन की क्रिया में स्टार्च-विलेय के अन्दर अणुओं का परस्पर संयोजन और निर्जलीकरण होता है, जिसके फलस्वरूप पानी पृथक् हो कर निकल जाता है।

शोश और फ्रेंच (Schoch and French, १९४९) ने इधर कुछ ही वर्षों पूर्व

बासीपन का विस्तृत अध्ययन किया है। यदि कैट्ज़ के मतानुसार केवल स्टार्च के पश्चगमन के गुण के कारण रोटी में बासीपन उत्पन्न होता है, तो ऐसी रोटी जिसमें ऐमिलोस की मात्रा अधिक होगी, शीघ्र बासी हो जायगी और जिसमें ऐमिलोपेक्टिन अधिक होगा वह शीघ्र बासी नहीं होगी। शोश और फ़ेश ने अपने प्रयोग में कई ऐसी डबल रोटियाँ बनायीं जिनमें ऐमिलोपेक्टिन का अनुपात भिन्न रखा। इन्होंने देखा कि वह रोटी भी जिसमें ऐमिलोपेक्टिन ही मुख्य रूप से रहता है, उसी भाँति शीघ्र बासी होती है जिस भाँति वह रोटी होती है जिसमें ऐमिलोस की मात्रा अधिक रहती है। इससे यह निष्कर्ष निकला कि पश्चगमन के अतिरिक्त अन्य प्रकार के परिवर्तन भी बासीपन उत्पन्न होने में अवश्य होते हैं। इन्होंने निम्न चार प्रकार की क्रियाओं के होने की कल्पना की — (१) ऐमिलोस का पश्चगमन, (२) ऐमिलोपेक्टिन का सयोजन, (३) दोनों स्टार्च अवयवों का अविलेयकरण (insolubilisation) और (४) स्टार्च तथा प्रोटीन का संयुक्त अवक्षेपण (co-precipitation)। अपनी खोजों के आधार पर इन्होंने इन चारों क्रियाओं में से ऐमिलोपेक्टिन के सयोजन होने की क्रिया को बासीपन उत्पन्न करने में अधिक महत्त्व का माना, अर्थात् इनके अनुसार बासीपन की क्रिया में मुख्य रूप से ऐमिलोपेक्टिन अणु परस्पर पार्श्व-शृंखलाओं द्वारा एक दूसरे से बन्धित हो कर समूह बनाते हैं। इस समूह में अणुओं का एक दूसरे से बन्धन पश्चगमन के बन्धन से कमजोर होता है। अतः गरम किये जाने पर ये समूह पुनः शीघ्र विघटित हो कर पूर्व रूप में लौट आते हैं। इस प्रकार इस मत के अनुसार गरम करने पर बासी रोटी का पुनः ताजी हो जाना अधिक अच्छी प्रकार स्पष्ट होता है।

अन्य कई वैज्ञानिकों ने भी बासीपन की क्रिया में स्टार्च अणुओं का हाइड्रोजन बन्ध द्वारा समूहों में संयुक्त होना माना है। इनके मत के अनुसार स्टार्च अणुओं की शृंखलाएँ परस्पर पानी के अणुओं के द्वारा बन्धित हो कर समूह बनाती हैं। इस प्रकार पानी के अणु स्टार्च शृंखलाओं को जोड़ने में पुल का काम करते हैं। यदि यह मत सत्य है तो बासी रोटी में संयोजित पानी की मात्रा ताजी रोटी की अपेक्षा अधिक होनी चाहिए। इस सम्बन्ध में ब्रिग्स^४ (Briggs) ने बहुत से प्रयोग किये हैं और भौतिक विधियों द्वारा विभिन्न अवस्था की रोटी में संयोजित पानी की मात्रा का परिमाणन किया है। उसके अनुसार बासी रोटी में ताजी की अपेक्षा ०.०१ ग्राम पानी प्रति ग्राम रोटी के हिसाब से अधिक होता है। ब्रिग्स ने स्टार्चों के साथ भी इसी प्रकार के प्रयोग किये और देखा कि गेहूँ का श्लिषीकृत स्टार्च जब पश्चगमन करता है तो इसमें ०.०१५ ग्राम पानी प्रति ग्राम स्टार्च के हिसाब से बढ जाता है। अन्य स्टार्चों के साथ भी उसे यही

फल प्राप्त हुआ। इन सब निरीक्षणों के आधार पर यही निष्कर्ष निकाला गया कि बासीपन की क्रिया में पानी के अणुओं द्वारा स्टार्च अणुओं की शृंखलाएँ तीनो दिशाओं (three dimensions) में हाइड्रोजन-बन्ध बनाती हुई परस्पर जुड़ कर समूह बनाती हैं, और स्टार्च अणुओं के इस प्रकार समूह के रूप में संयोजित हो जाने के कारण ही रोटी में कड़ापन आता है और वह बासी हो जाती है। अतः विभिन्न प्रकार के प्रयोगों के आधार पर अब यह स्पष्ट रूप से माना जाता है कि पश्चगमन हो जाने पर स्टार्च अणु की शृंखलाएँ पानी द्वारा हाइड्रोजन-बन्ध बना कर परस्पर बन्धित होती हैं। 'हाइड्रोजन-बन्ध' की कल्पना द्वारा श्लिषीकरण, आकीर्णन (dispersion) तथा समूह संयोजन (association) की क्रियाओं में होने वाले परिवर्तनों की व्याख्या सफलतापूर्वक हो जाती है, किन्तु इससे इस बात का स्पष्टीकरण नहीं होता कि पानी की अधिक मात्रा बासीपन उत्पन्न होने में क्यों रुकावट डालती है, यद्यपि पश्चगमन की क्रिया स्टार्च के तनु विलयन में भी होती है।

रोटी के बासीपन को रोकना—विभिन्न रासायनिक पदार्थों की उपस्थिति रोटी के बासीपन को रोकने में विभिन्न अंश तक सहायक सिद्ध हुई है। रोटी को रखने की दशा, उसके पकाने की विधि तथा आटे के प्रकार का भी बासीपन पर प्रभाव पड़ता है। निम्न पदार्थ बासीपन रोकने में सहायक ज्ञात हुए हैं —

(क) **ऐल्डीहाइड (Aldehydes)**—विलेय तथा वाष्पशील ऐल्डीहाइड के उपस्थित रहने पर रोटी में बासीपन जल्दी नहीं उत्पन्न होता। जो ऐल्डीहाइड पानी में जितना अधिक विलेय होता है तथा वाष्पशील होता है उतना ही अधिक उसका प्रभाव बासीपन रोकने में पड़ता है। किन्तु इसमें एक दोष यह है कि कुछ ऐल्डीहाइड रोटी के आकार में परिवर्तन कर देते हैं तथा कुछ रोटी की प्रोटीन के साथ मिल कर रंग उत्पन्न करते हैं। ये स्टार्च और वसा पर कोई अभिक्रिया नहीं करते। ऐसा अनुमान किया जाता है कि ऐल्डीहाइड स्टार्च अणुओं को परस्पर ऐसीटल की तरह के संयोजन द्वारा बन्धित करते हैं और इसके फलस्वरूप अमणिभीय आकार अधिक स्थायी हो जाता है तथा पुनः मणिभीय रूप में शीघ्र पश्चगमन द्वारा वापस नहीं आने पाता और इस कारण रोटी में शीघ्र बासीपन भी नहीं आ पाता।

(ख) **कार्बोहाइड्रेट**—विभिन्न शर्कराओं तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट पदार्थों के रहने पर रोटी अधिक मुलायम रहती है और अधिक दिनों तक ताजी बनी रहती है। कार्बोहाइड्रेटों में माल्टोस का प्रभाव सबसे अधिक पड़ता है।

(ग) **सोयाबीन**—रोटी बनाते समय आटे में थोड़ा सा सोयाबीन का आटा मिलाने से भी रोटी में बासीपन शीघ्र नहीं उत्पन्न होता। ऐसा अनुमान किया जाता है

कि सोयाबीन रोटी में मौजूद जल को अपने आरम्भिक रूप में बने रहने में सहायता देता है।

(घ) खनिज लवण—सामान्य नमक की पर्याप्त मात्रा से रोटी काफी दिनों तक अच्छी दशा में रखी जा सकती है। मैग्नीशियम क्लोराइड, ग्लूकोस और ग्लिसरोल के मिश्रण को थोड़ा सा रोटी पर लगा कर रोटी को डब्बों में बद कर बहुत समय तक परिरक्षित रखा जा सकता है।

(ङ) पिरीडीन और डाइप्रोपिल ऐमाइन—इन पदार्थों की उपस्थिति से यद्यपि रोटी में बासीपन शीघ्र नहीं उत्पन्न होता पर इनके विषैले होने के कारण इनका व्यावहारिक रूप में उपयोग नहीं किया जा सकता।

(च) दूध या दूध के पदार्थ—दूध, मक्खन तथा छाछ आटे में मिला कर रोटी बनाने से रोटी में शीघ्र बासीपन के गुण नहीं उत्पन्न होते और यह अधिक दिनों तक ताजी बनी रहती है।

(छ) मोम—पिछले महायुद्ध के समय २० भाग मोम को गला कर ८० भाग आटे में मिला कर एक परिरक्षक (preservative) बनाया गया था। इस परिरक्षक का ८ भाग २८० भाग आटे के साथ मिला कर तब इस आटे से रोटी बनायी जाती है। यह रोटी काफी दिनों तक रखी जा सकती है, किन्तु ऐसी रोटी बराबर खाते रहने से कोई हानि तो नहीं होती, यह अभी तक निश्चित रूप से नहीं जाना जा सका है।

बासीपन उत्पन्न होने में कुछ अन्य बातों का प्रभाव—निम्न बातों का प्रभाव भी रोटी में बासीपन शीघ्र या विलम्ब से उत्पन्न होने पर पड़ता है —

आटे की जाति—आटे में यदि ग्लूटेन की मात्रा कम रहती है तो रोटी शीघ्र बासी हो जाती है और यदि पर्याप्त रहती है तो रोटी अधिक दिनों तक ताजी बनी रहती है। अतः यह स्पष्ट है कि जो भी पदार्थ या अवस्था आटे के ग्लूटेन की मात्रा में अथवा उसके गुण में कमी उत्पन्न करती है वह अपरोक्ष रूप से रोटी के ताजी बने रहने के गुण में कमी लाती है। जलवायु तथा गेहूँ की जाति का ग्लूटेन के गुणों पर बहुत प्रभाव पड़ता है। अधिक दिनों तक आटा रखा रहने पर भी उसके ग्लूटेन के गुणों में अन्तर आ जाता है। ऐसे आटे की रोटी बहुत अच्छी नहीं होती और न अधिक समय तक ताजी ही रहती है।

पिसाई (Milling)—बहुत महीन पिसा अथवा बहुत मोटा पिसा दोनों प्रकार का ही आटा रोटी बनाने के लिए अच्छा नहीं होता। साधारण महीन पिसे आटे की रोटी अधिक अच्छी होती है और उसमें बासीपन भी शीघ्र नहीं उत्पन्न होता।

आटे को गूँधना—वे समस्त बाते जो रोटी में उपस्थित जल की मात्रा में वृद्धि करती हैं, रोटी को अधिक दिनों तक ताजी रहने के योग्य बनाती हैं। गुंधे आटे को तैयार करने की विभिन्न विधियाँ हैं जिनके द्वारा आटे में अधिक से अधिक पानी रखने का प्रयत्न किया जाता है। एक विधि में आटे को गूँव कर स्पज के रूप में तैयार किया जाता है। इस रूप में रहने पर आटे में पानी अधिक मात्रा में रूका रहता है और इससे बनायी गयी रोटी में बासीपन शीघ्र नहीं उत्पन्न होता।

किण्वन (Fermentation)—अधिक थीस्ट द्वारा अपेक्षाकृत ऊँचे ताप पर आटे को किण्वित कर जो रोटी बनायी जाती है वह अधिक दिनों तक नहीं रखी जा सकती। थीस्ट की साधारण मात्रा द्वारा निम्न ताप पर आटे का किण्वन कर रोटी बनाने से वह अधिक मुलायम होती है और अधिक दिनों तक ताजी बनी रहती है। प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि २२°-२६° से० ग्रे० ताप पर अधिक समय तक किण्वन करा कर रोटी बनाने से रोटी बहुत समय तक बिना खराब हुए रखी जा सकती है।

सेकने की दशा—यह देखा गया है कि धीमी आँच पर धीमी गति से सेक कर बनायी गयी रोटी अधिक दिनों तक ताजी अवस्था में बनी रहती है और इसका स्वाद भी जल्दी खराब नहीं होता।

लपेटना तथा रखने की दशा—यदि रोटी को ६०°-७०° से० ग्रे० ताप पर रखा जाय और उसके चारों ओर के वायुमंडल में नमी नियंत्रित रखी जाय तो रोटी बहुत समय तक देखने में ताजी अवस्था में बनी रहती है, किन्तु स्वाद में २४ घंटे के बाद ही अन्तर आ जाता है और एक विशेष गंध भी उत्पन्न हो जाती है।

निम्न तापों पर रोटी विभिन्न अवधि तक ठीक अवस्था में रखी जा सकती है—९° से० ग्रे० पर रोटी ३-४ दिनों तक ताजी रहती है। टिन के बक्सों में बद कर २२° से० ग्रे० पर रोटी लगभग १० महीने तक ताजी अवस्था में रखी जा सकती है, किन्तु इतने निम्न ताप पर रोटी को रखने में व्यय बहुत होता है और इस कारण यह विधि व्यावहारिक नहीं है।

कागज में लपेट कर रखने से रोटी का स्वाद अधिक समय तक सुरक्षित रहता है और उसका मुलायमपन भी अधिक कम नहीं होने पाता। बिना लपेटे रखने पर रोटी अधिक जल्दी सूखती है और उसके स्वाद और गंध में भी अन्तर शीघ्र आ जाता है। कागज में लपेटी रहने से रोटी में उपस्थित जल शीघ्र उड़ कर बाहर नहीं जा पाता और इसी से इसका मुलायमपन बना रहता है।

हचिन्सन^१ ने सन् १९३६ में यह मत प्रकट किया कि अच्छे आटे से जिसमें ग्लूटेन की अच्छी मात्रा मौजूद हो ठीक प्रकार से किण्वन करा कर उचित विधि से रोटी बनाने

पर रोटी सभी गुणों में अच्छी होती है और इसमें बासीपन भी शीघ्र नहीं उत्पन्न होता। इसके अनुसार रोटी को परिरक्षित रखने के लिए पीछे बतलाये गये पदार्थों को आटे में मिलाने से कोई विशेष लाभ न तो रोटी को ताजा बनाये रखने के सम्बन्ध में होता है और न उसके स्वाद में। किन्तु इधर कुछ ऐसे पदार्थ ज्ञात किये गये हैं जो रोटी को सूखने से रोकने में बहुत सहायक सिद्ध हुए हैं।

बासीपन पर नियंत्रण रखने की नयी विधियाँ—इधर प्रयोगों से यह ज्ञात हुआ है कि पालीआक्सीएथिलीन मॉनोस्टियरेट (polyoxyethylene monostearate) की ०.५ प्रतिशत मात्रा आटे में मिला कर रोटी बनाने से रोटी अधिक मुलायम बनती है और रखने पर इसमें कडापन भी शीघ्र नहीं आता। ये रोटियाँ भट्टी से निकलने के बाद एक दिन तक तो उतनी ही मुलायम रहती हैं जितनी साधारण आटे से बनायी गयी डबल रोटियाँ, किन्तु तीन दिनों तक रखने पर ये रोटियाँ साधारण आटे की रोटियों से अधिक मुलायम रहती हैं। पालीआक्सीएथिलीन मॉनोस्टियरेट का प्रभाव किस प्रकार से पड़ता है, इसे ज्ञात करने के लिए विभिन्न वैज्ञानिकों ने बहुत से प्रयोग किये हैं। बाइस (Bice) ने अभी कुछ दिन पूर्व अपनी खोजों के फलस्वरूप यह मत प्रकट किया है कि पालीआक्सीएथिलीन मॉनोस्टियरेट का मुख्य कार्य यह होता है कि यह स्टार्च-कणों की सतह पर पतली पर्त के रूप में फैल जाता है और इस कारण स्टार्च अणुओं के बीच परस्पर का आंतराकर्षण (cohesion) घट जाता है तथा वे जुट नहीं पाते और इसके फलस्वरूप रोटी में कडापन जल्दी नहीं आता। पालीआक्सीएथिलीन मॉनोस्टियरेट का रोटी की जल-शोषण क्षमता पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। अतः रखने पर रोटी की जल-शोषण क्षमता (water absorbing capacity) में जो कमी होती है उसका कारण केवल यही हो सकता है कि स्टार्च अणुओं के भीतर परिवर्तन होता है। यह पदार्थ अणुओं की बाहरी सतह के परिवर्तन को ही केवल रोकता है, अणुओं के भीतर होने वाले परिवर्तन पर यह कोई प्रभाव नहीं डालता। अतः अधिक दिनों तक रखने पर रोटी में कडापन धीरे धीरे आ जाता है।

बासीपन को रोकने के लिए इधर कुछ दिनों से अमेरिका में आधे सिके लपेटनो (partly baked rolls) का प्रचलन हो गया है। ये लपेटन बहुत कम ताप पर, लगभग 135° — 140° से० ग्रे० पर काफी देर तक सके जाते हैं जिससे स्टार्च का पूर्ण श्लिपीकरण हो जाय और वह पूर्ण अश तक फूल जाय तथा उसमें आवश्यक कडापन आ जाय, किन्तु पपड़ी पर कोई रंग न पैदा हो। ये लपेटन केवल इतने ही सके जाते हैं कि ठंडा होने पर उनका रूप तथा आकार बना रहे और हानिकारक जीवाणु तथा 'रूफूँद

आदि नष्ट हो जायँ। ठंडा होने पर इन लपेटनों को सेलोफेन (cellophane) के थैलो में या ऐसी चीजों के थैलो में जिन पर नमी का प्रभाव नहीं पड़ता, भर कर बाजारों में विकने के लिए भेज दिया जाता है। ये लपेटन ५-६ दिनों तक ठीक रहते हैं और इस अवधि तक इन पर फफूंद नहीं उत्पन्न होते। फफूंदों में और अधिक सुरक्षित रखने के लिए इन्हें बनाते समय आरम्भ में आटे में कैल्सियम प्रोपियोनेट या सोडियम डाइ-ऐसीटेट की थोड़ी मात्रा मिला दी जाती है। इन अर्ध-सिके लपेटनों को खरीदने वाला खाने के पूर्व इन्हें लगभग २२०° से० ग्रे० ताप पर ७-८ मिनट तक सेकता है जिससे ये पूर्ण रूप से सिक जाते हैं। इस प्रकार इन लपेटनों में रखने पर जो बासीपन आता है वह इन्हें खाने के पूर्व सेकने से दूर हो जाता है और ताजा गरम पदार्थ खाने के लिए प्राप्त हो जाता है।

ऊपर के विवेचन से यह स्पष्ट है कि यद्यपि रोटी के बासीपन को नियंत्रित करने के लिए बहुत दिनों से प्रयत्न किया जा रहा है, फिर भी अभी तक कोई ऐसी विधि नहीं ज्ञात हो सकी है जो पूर्ण सन्तोषप्रद कही जा सके।

निर्देश

- 1 Boussingault, Ann chim Phys., 1852, 36, 490
- 2 C L Alsberg, Wheat Studies of the Food, Res. Inst, 12, 1936, 6, 221
- 3 J. R. Katz "A Comprehensive Survey of Starch Chemistry" edited by R P Walton The Chem. Catalog Co, pp 100-117, 1928
- 4 T J Schoch and D French, Cereal chem., 1949, 24, 231
- 5 R. C Wands and D R Briggs, Div. Agric. and Biochem Univ Minnesota, St Paul, Minn, Private Comm, 1950.
- 6 J. P. Hutchinson, Res. Assoc. of Brit Flour Millers, Special Report No 15, pp. 1-27, 1936

अध्याय १६

स्टार्च और कागज उद्योग

कागज सेल्यूलोस से बनाया जाता है। सेल्यूलोस पौधों की कोशिकाओं की भित्ति बनाता है। यह भित्ति कोशिकाओं के भीतर के जीवन पदार्थ की रक्षा करती है और उनको आकार प्रदान करती है। इस प्रकार सेल्यूलोस का पौधों में लगभग वही काम है जो अस्थियों का जन्तुओं में होता है।

सेल्यूलोस वनस्पति-जगत् में बड़ी मात्रा में पाया जाता है। वास्तव में यह ससार में पाये जाने वाले कार्बनिक पदार्थों में सब से अधिक मात्रा में पाया जाने वाला पदार्थ है। पौधों की लकड़ियाँ, रुई, सन, जूट आदि सब मुख्य रूप से सेल्यूलोस के पदार्थ हैं। स्टार्च की भाँति यह भी एक कार्बोहाइड्रेट पदार्थ है और स्टार्च की अपेक्षा अधिक सकीर्ण तथा बहुत अक्रिय यौगिक है। जब सेल्यूलोस को तनु खनिज अम्लों के साथ कुछ समय तक उबाला जाता है तो यह जल-विश्लेषित हो कर ग्लूकोस देता है। अतः इससे सिद्ध होता है कि सेल्यूलोस भी स्टार्च की ही भाँति ग्लूकोस अणुओं के परस्पर सघनन से बना यौगिक है।

सेल्यूलोस के तन्तुओं (fibers) को परस्पर जुटा कर एकसम पतली चद्दर के रूप में जो वस्तु बनायी जाती है उसे ही कागज कहते हैं। सेल्यूलोस के तन्तुओं में ही परस्पर जुट कर चद्दर के रूप में हो जाने का गुण है और इसी कारण कागज केवल इसी से बनाया जा सकता है। रेशम और ऊन के तन्तुओं में इस प्रकार परस्पर जुटने का गुण नहीं होता, अतः ये कागज बनाने के काम में नहीं आ सकते। कागज बनाने के लिए सेल्यूलोस पदार्थ (बाँस, सवाई घास, पुराना कागज आदि) को छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर और फिर रासायनिक पदार्थों की उपस्थिति में पानी के साथ ऊँचे दाब पर उबाल कर महीन कणों में विभाजित कर लिया जाता है। इसे फिर पानी के साथ निलम्बित कर पतली चद्दरों के रूप में बिछा कर सुखा लिया जाता है। इस प्रकार कागज की शीट प्राप्त होती है जो कमजोर और सरध्र होती है, अतः ये पानी बहुत सोखती है। इस प्रकार के कागज का मुख्य उपयोग सोखता कागज (blotting paper) या छत्रे कागज के रूप में होता है। छपाई तथा लिखने के काम में यह कागज नहीं आ सकता। इन कामों के लिए कागज की शीट को मजबूत होना चाहिए और साथ ही

सतह चिकनी और शीघ्र भीग न सकने वाली होनी चाहिए, जिससे छपा या लिखा मैटर स्पष्ट रह सके और कागज के अन्दर तथा बाहर फैल कर अस्पष्ट न हो जाय। सतह के चिकनी होने पर कलम सरलता से कागज पर फिसलती चलती है। यदि सतह चिकनी नहीं होती तो कलम ठीक से कागज पर नहीं चल पाती और बीच-बीच में खुरदरी सतह पर अटक जाती है। अतः कागज को लिखने और छपाई के उपयुक्त बनाने के लिए इसकी सतह को रध्रहीन, चिकना तथा मजबूत बनाना पड़ता है। इस कार्य के लिए विभिन्न रासायनिक पदार्थों का उपयोग किया जाता है और इस क्रिया को, जिसमें कागज को चिकना तथा रध्रहीन बनाया जाता है, **सज्जीकरण** (sizing) कहते हैं। सज्जीकरण के लिए मुख्य रूप से रेजिन और फिटकरी का उपयोग होता है। कागज को अधिक चिकना तथा सफेद बनाने के लिए इसकी सतह के रध्रों को सफेद चिकनी मिट्टी (white clay) और विभिन्न भराऊ पदार्थ (filling material) की सहायता से भर दिया जाता है। स्टार्च, गोद, केसीन (casein) तथा अन्य कलिल द्रव्य भी जिनमें महीन फिल्म बनाने का गुण होता है सज्जीकरण को अधिक अच्छा और पूर्ण करने के लिए उपयोग में आते हैं। इन पदार्थों में कागज के रेशों को जल-प्रतिरोधक (water resistant) बनाने का गुण होता है, अतः इनका अतिरिक्त या सहायक सज्जीकरण के रूप में उपयोग कागज के चिमडेपन तथा मजबूती को बढ़ा देता है। इनका कार्य रेशों को परस्पर जुटाना, छोटे रेशों को अन्दर कर देना तथा रेशों के लचीलेपन को बढ़ाना है। ये कागज को रगड़ के प्रति अधिक मजबूत तथा अधिक अरध्र बनाते हैं।

सज्जक पदार्थ कागज बनाने में दो प्रकार से उपयोग किये जाते हैं। एक तो उस समय जब कागज की लुगदी (paper pulp) को पीट कर महीन किया जाता है, सज्जक पदार्थ लुगदी में मिला दिया जाता है, और दूसरे शीट बन जाने के बाद शीट की सतह पर लेप के रूप में सज्जक पदार्थ लगाया जाता है। पहले प्रकार को **लुगदी सज्जीकरण** (pulp sizing) और दूसरे प्रकार को **टब सज्जीकरण** (tub sizing) कहते हैं।

लुगदी सज्जीकरण (Pulp sizing)—जैसा पहले बतलाया जा चुका है, कागज के सज्जीकरण के लिए रेजिन बहुत अच्छा पदार्थ है और इस कारण मुख्य रूप से इसका उपयोग बहुत समय से होता आ रहा है। किन्तु रेजिन महँगा पदार्थ है और इसके उपयोग से कागज का मूल्य बहुत बढ़ जाता है। अतः रेजिन के स्थान में अन्य सस्ते पदार्थों के उपयोग की ओर लोगो का ध्यान गया। सोडियम सिलिकेट इस काम के लिए कुछ उपयोगी सिद्ध हुआ है। इसके उपयोग करने से रेजिन की मात्रा घटायी जा सकती है

और कागज कुछ सस्ता पड़ सकता है। इधर स्टार्च के सज्जक के रूप में उपयोग किये जाने के सम्बन्ध में बहुत प्रयोग किये गये हैं और इस बात का प्रयत्न किया गया है कि रेजिन के स्थान में स्टार्च का ही उपयोग मुख्य सज्जक के रूप में हो। इसमें बहुत अक्षय तक सफलता मिली है। रेजिन के मुख्य सज्जक के रूप में उपयोग किये जाने पर भी स्टार्च या गोद का सहायक सज्जक के रूप में उपयोग करना यों भी आवश्यक होता है, क्योंकि रेजिन के उपयोग से जो कागज प्राप्त होता है वह सरघ्न होता है। इसे रघ्नहीन बनाने के लिए इसकी सतह पर स्टार्च या गोद को कुछ खनिज पदार्थों के साथ मिला कर लेप के रूप में लगाया जाता है।

सज्जक का मुख्य काम सेल्यूलोस के रेशों को एक दूसरे से मजबूती से बन्धित करना होता है, अतः सज्जक पदार्थ का एक आकीर्ण कलिल (dispersed colloid) होना आवश्यक है जिससे यह कागज के रेशों को परस्पर बाँधने में कड़ी (link) का काम कर सके। साथ ही इस कड़ी का मजबूत होना भी आवश्यक है। स्टार्च एक अच्छे सज्जक के रूप में काम करने के उपयुक्त पदार्थ है, किन्तु इसका प्रयोग करते समय इस बात का ध्यान रखना आवश्यक है कि इसके अणु का विघटन एक निश्चित सीमा से नीचे न होने पाये, अन्यथा इसकी आसजकता में कमी हो जायगी और उसी के अनुसार इसकी सज्जक सम्बन्धी उपयोगिता भी नष्ट हो जायगी। इस काम में उपयोग करने के लिए विभिन्न प्रकार से तैयार किया गया स्टार्च बाजार में बिकता है। स्टार्च की सज्जक शक्ति उसके प्रयोग की विधि पर भी निर्भर करती है। सामान्य स्टार्च (raw starch) यदि कागज की लुगदी में मिलाया जाता है तो इसका आकीर्ण ठीक से नहीं हो पाता और जब तक स्टार्च का श्लिषीकरण या आकीर्णन नहीं होता इसमें आसजकता नहीं पैदा होती और फलस्वरूप यह सज्जीकरण का काम नहीं कर पाता। इस कठिनाई को दूर करने के लिए साधारण स्टार्च के स्थान में आक्सीकृत स्टार्च का उपयोग किया जाता है। इसका श्लिषीकरण ताप सामान्य स्टार्च की अपेक्षा निम्न होता है। अतः जब कागज की शीट को गरम बेलनो पर सुखाने के लिए भेजा जाता है तो उस ताप पर शीट में मौजूद आक्सीकृत स्टार्च वहाँ उपस्थित पानी में शीघ्र आकीर्ण हो जाता है और रेशों के बीच में फैल कर सज्जीकरण का कार्य करने में समर्थ होता है।

सज्जीकरण में स्टार्च का मुख्य कार्य कागज के रेशों को एक दूसरे से बन्धित करना होता है। अतः यह तभी अपना कार्य ठीक से कर सकता है जब दो रेशों के बीच में रह कर उनसे एक साथ ही सम्पर्क स्थापित कर सके। इसी कारण भली-भाँति आकीर्ण स्टार्च विलयन अधिक घनत्व की शीट के लिए अधिक उपयुक्त होते हैं और कम घनत्व की शीट के लिए कम। इसके ठीक विपरीत कम आकीर्ण स्टार्च-निलम्बन, जिसमें

स्टार्च अणु केवल फूली अवस्था में रहते हैं, कम घनत्व की शीट के लिए अधिक उपयुक्त होते हैं और अधिक घनत्व की शीट के लिए कम उपयुक्त होते हैं।

स्टार्च और सोडियम सिलिकेट का मिश्रण सज्जीकरण के लिए अच्छा सिद्ध हुआ है और इसका आजकल पर्याप्त मात्रा में उपयोग होता है। इस मिश्रण द्वारा सज्जीकरण करने की विधि को खनिज स्टार्च सज्जीकरण (mineral starch sizing) नाम दिया गया है। इसमें सोडियम सिलिकेट और स्टार्च की समान मात्राएँ मिला कर मिश्रण को पानी के साथ इतना गरम किया जाता है कि स्टार्च का श्लिषीकरण हो जाय, किन्तु स्टार्च को इतना अधिक नहीं उबाला जाता कि विलयन की श्यानता घट जाय। इसे फिर हनिज चक्की (Beater mill) में कागज की लुगदी में डाल कर मिला दिया जाता है और अन्त में फिटकरी मिलायी जाती है जिससे अवक्षेप उत्पन्न हो जाता है।

‘खनिज स्टार्च सज्जीकरण’ लिखने तथा छापने दोनों ही प्रकार के कागज के लिए उपयुक्त सिद्ध हुआ है। लिखने का कागज बनाने के लिए सोडियम सिलिकेट और स्टार्च का अनुपात १ : ४ रखा जाता है और छपाई के कागज के लिए १ : ५ रखा जाता है। सोडियम सिलिकेट और स्टार्च के मिश्रण को सज्जक के रूप में उपयोग करने से जो कागज बनता है वह केवल स्टार्च द्वारा सज्जीकरण किये गये कागज की अपेक्षा खिचाव के प्रति अधिक मजबूत होता है। यह मजबूती लगभग २७-३० प्रतिशत अधिक होती है। यदि भराऊ पदार्थ, जैसे चीनी मिट्टी या टैल्क (talc), भी मिलाना होता है तो सज्जक मिश्रण को दो बार में डाला जाता है—पहली बार लुगदी में अकेले और दूसरी बार भराऊ पदार्थ के साथ मिला कर। इस विधि से सज्जक मिलाने से भराऊ पदार्थ के प्रत्येक कण के सम्पर्क में सज्जक रहता है और इसके द्वारा वह सेल्यूलोस के रेशों के बीच में चिपक जाता है। इस प्रकार भराऊ पदार्थ के कागज के रेशों के बीच में भर जाने से कागज मजबूत और रधहीन होता है।

जैसा पीछे बतलाया जा चुका है, सामान्य स्टार्च का सीधे लुगदी में उपयोग करने से सज्जीकरण ठीक नहीं होता। इस कारण आक्सीकृत स्टार्च या पहले से पका कर सुखाये गये स्टार्च का उपयोग किया जाता है। ऐमीजेल (amyl) इसी प्रकार का एक स्टार्च है जो बाजार में कागज बनाने वालों के उपयोग के लिए बिकता है। किन्तु अकेले स्टार्च का उपयोग करने में एक बड़ी कठिनाई यह है कि स्टार्च कागज में कम रुकता है और इसका बहुत सा भाग श्लिषीकृत होने पर पानी के साथ बह कर निकल जाता है। अतः इसमें स्टार्च का बहुत अपव्यय होता है। खनिज स्टार्च मिश्रण के साथ ऐसी कोई कठिनाई नहीं होती। सोडियम सिलिकेट की उपस्थिति में स्टार्च-

कण बहुत अधिक फूलते हैं और इस कारण वे अधिक अश तक कागज के रेशो में रुकते हैं। इसके साथ ही अधिक फूलने से इनमें आसजकता का गुण भी अधिक आ जाता है और फलस्वरूप ये रेशो को अधिक मजबूती से बाँधे रहते हैं और स्वयं भी इस बन्धन के कारण जकड़े रहते हैं। अतः 'खनिज स्टार्च सज्जीकरण' में स्टार्च के पानी में बह कर निकल जाने की संभावना कम रहती है और इस प्रकार स्टार्च का अपव्यय नहीं होता।

विभिन्न स्टार्चों की सज्जक शक्ति भिन्न है। गेहूँ का स्टार्च कागज के रेशो में अधिक मात्रा में शोषित होता है और इस कारण सज्जक के रूप में अधिक अच्छा है, किन्तु सुस्ता होने के कारण मकई के स्टार्च का उपयोग ही इस काम के लिए अधिक होता है। मकई के स्टार्च को क्लोरीन द्वारा अभिकृत कर और थोड़ा परिवर्तित कर सज्जक के काम के लिए अधिक उपयुक्त बनाया जाता है।

पहले से आकीर्ण या जेल के रूप में परिवर्तित स्टार्च का उपयोग करते समय इसमें थोड़ा सुहागा प्रायः मिलाया जाता है। सुहागा स्टार्च को पुनः आकीर्ण करने में सहायक होता है और स्टार्च के पश्चगमन को भी रोकता है।

यद्यपि अकेले स्टार्च के उपयोग से भी कुछ प्रकार के कागजों का सज्जीकरण किया जाता है पर 'खनिज स्टार्च सज्जीकरण' ही अब अधिक प्रचलित है। इससे यद्यपि कागज मुलायम बनता है, पर फिर भी छपाई के लिए अच्छा होता है। लिखने का कागज बनाने के लिए 'खनिज स्टार्च मिश्रण' के साथ थोड़ा रेजिन सज्जक भी मिलाना आवश्यक है। 'खनिज स्टार्च मिश्रण' का उपयोग करने से रेजिन की कम मात्रा का उपयोग करना पड़ता है, अतः सज्जीकरण का खर्च घट जाता है। खनिज स्टार्च सज्जक का रेजिन सज्जक के साथ उपयोग एक अन्य रूप से भी अच्छा होता है। रेजिन के लिए खनिज स्टार्च परिरक्षक कलिल (protective colloid) का काम करता है। इसकी उपस्थिति से रेजिन का आकीर्णन अधिक महीन कणों के रूप में होता है और फलस्वरूप रेजिन अधिक समाग रूप में सब स्थान में फैलता है।

कलेडर सज्जीकरण (Calender sizing)—इसमें कागज की शीट को पूर्ण रूप से सूखने के पहले एक कलेडर बक्स (calender box) में भरे सज्जक विलयन में डुबा कर निकाला जाता है। सज्जक शीट की सतह पर शोषित हो कर पतली पर्त के रूप में फैल जाता है और सतह को चिकना तथा रन्ध्रहीन बनाता है।

कलेडर सज्जीकरण में भी विभिन्न स्टार्च तथा स्टार्च यौगिकों का उपयोग बहुत होता है। कागज बोर्ड (दफती) बनाने में इस विधि का बहुत उपयोग होता है और इसके द्वारा सतह चिकनी हो जाती है। इस सज्जीकरण में परिवर्तित स्टार्च का उपयोग

ही अधिक होता है। स्टार्च जितना अधिक परिवर्तित होता है उतना अधिक यह सतह पर शोषित होता है, किन्तु साथ ही सतह से इसकी पर्त के निकलने की मात्रा भी उतनी ही बढ़ जाती है। अतः इस कार्य के उपयोग के लिए स्टार्च को उतने अंश तक परिवर्तित किया जाता है जितने अंश पर इसकी श्यानता तो इतनी रहे कि यह पर्याप्त मात्रा में सतह पर शोषित हो जाय किन्तु रगड़ द्वारा शीघ्र सतह से झड़ कर गिर न सके।

जब छपाई के कार्य के उपयुक्त कागज बोर्ड बनाना होता है तो अधिक अंश तक परिवर्तित स्टार्च का सान्द्र विलयन (१५-२० प्रतिशत) के रूप में उपयोग किया जाता है। अधिक परिवर्तित रूप में तथा सान्द्र विलयन के रूप में होने के कारण स्टार्च की पर्याप्त मात्रा सतह पर शोषित हो जाती है। स्टार्च विलयन का कुछ भाग कागज बोर्ड के अन्दर भी प्रवेश कर जाता है। इसके कारण बोर्ड अधिक मजबूत हो जाता है और जल्दी फटता नहीं। प्रायः पायसीकृत मोम (emulsified wax) भी सज्जक विलयन में सतह को अधिक चिकना बनाने के लिए मिलाया जाता है।

टब सज्जीकरण (Tub sizing)—हिस्सा रखने तथा ऐसे कामों के लिए जिनमें पाठ्यलिपि को बहुत समय तक स्थायी रूप से सुरक्षित रखने की आवश्यकता होती है, अच्छा कागज टब सज्जीकरण की विधि से बनाया जाता है। इस विधि में कागज की शीट को सज्जक विलयन में डुबा कर निकालते हैं और फिर सुखा लेते हैं।

टब सज्जीकरण द्वारा लिखने के काम में उपयोग होने वाले अच्छे कागज ही अधिकतर बनाये जाते हैं। छपाई का कागज बनाने के लिए इस सज्जीकरण का उपयोग साधारणतः नहीं किया जाता। इस विधि में कुछ वर्णको (pigments) का उपयोग भी सज्जक के साथ किया जाता है। वर्णक के रूप में चीनी मिट्टी तथा खडिया का उपयोग बहुत होता है। वर्णको के दो कार्य होते हैं—पहला यह कि ये स्याही को सतह पर शीघ्र शोषित होने में सहायक होते हैं और दूसरा यह कि ये कागज की सतह को समाग और अधिक चिकना बनाते हैं। टब सज्जीकरण में भी अब स्टार्च का उपयोग होने लगा है।

सामान्य स्टार्च के निलम्बन की श्यानता बहुत अधिक होती है, इस कारण टब सज्जीकरण में इसका उपयोग मौलिक रूप में करना उपयुक्त नहीं होता। अतः स्टार्च निलम्बन को अभिकृत कर इसकी श्यानता इतनी कम कर दी जाती है कि यह टब सज्जीकरण के लिए उपयुक्त हो जाय। विभिन्न प्रकार से प्राप्त किये गये परिवर्तित स्टार्च तथा आक्सीकृत स्टार्च का उपयोग इस कार्य के लिए किया जाता है।

लेप कागज (Coated paper)—लुगदी से कागज की शीट बनाने के बाद सज्जीकरण करने की एक अन्य विधि और है। इस विधि में भराऊ पदार्थ और

सज्जक के मिश्रण को ब्रश द्वारा या फुहारे द्वारा या बहुत चिकने बेलनो द्वारा कागज की शीट की सतह पर लगा कर शीट को सुखाया जाता है और फिर गरम बेलनो के बीच से निकाल कर चिकना किया जाता है। इस विधि से बनाये गये कागज को लेप कागज कहते हैं।

लेप कागज बनाने के लिए पहले मुख्य रूप से केसीन (casein) और सरेस (glue) का उपयोग होता था। अब केसीन का उपयोग इस कार्य के लिए केवल थोड़ी ही मात्रा में होता है और स्टार्च का उपयोग अधिक होने लगा है। इस कार्य के लिए जो स्टार्च उपयोग किया जाता है वह साधारणतः 'परिवर्तित स्टार्च' होता है। विभिन्न भराऊ पदार्थ, जैसे चीनी मिट्टी, लीथोपोन (lithoPone), खड्डिया आदि स्टार्च के साथ 'लेप मिश्रण' बनाने में मिश्रित किये जाते हैं। लेप मिश्रण में आवश्यकता-नुसार रगीन वर्णक भी मिलाये जाते हैं। ऐसा प्रबन्ध मशीनो द्वारा किया जाता है कि कागज की शीट आप से आप बराबर आगे धीमी गति से बढ़ती जाती है और जैसे-जैसे यह आगे बढ़ती जाती है इसकी सतह पर मशीनो में लगे ब्रश एक समान गति में पतली पत के रूप में 'लेप मिश्रण' का लेप करते जाते हैं। शीटो को सुखाने के बाद फिर इन्हे कलेडर मशीन में भेजा जाता है जहाँ इनकी सतह चिकनी हो जाती है। चित्र खींचने, कार्टून बनाने तथा अन्य ड्राइंग के काम के लिए लेप कागज का उपयोग किया जाता है। आर्ट कागज के रूप में चित्र छापने के लिए भी इनका उपयोग प्रायः किया जाता है। इनके भीतर छापने की स्याही नहीं घुस पाती, इस कारण इन पर चित्र बहुत स्पष्ट छपते हैं।

यद्यपि परिवर्तित स्टार्च में केसीन की भाँति अच्छी आसजकता तो नहीं होती फिर भी १८ भाग स्टार्च को १०० भाग चीनी मिट्टी में मिला कर बनाया गया 'लेप मिश्रण' कागज की सतह पर पर्याप्त मजबूती से चिपकता है। स्टार्च में चीनी मिट्टी को निलम्बित रखने का गुण केसीन तथा सरेस की अपेक्षा अधिक होता है। अतः स्टार्च की कम आसजकता उसके इस गुण से पूरी हो जाती है। स्टार्च लेप द्वारा बनाये गये लेप कागज केसीन तथा सरेस के लेपो द्वारा बनाये गये लेप कागज की तुलना में रगीन छपाई के लिए किसी बात में घटिया नहीं होते। केवल एक अन्तर स्टार्च लेप के कागज में यह रहता है कि यह स्याही कुछ अधिक सोखता है। स्टार्च पर पानी का प्रभाव केसीन की अपेक्षा अधिक शीघ्र पड़ता है। साथ ही स्टार्च की आसजकता भी केसीन से कुछ कम होती है। इन दो कारणों से केसीन ही लेप कागज बनाने के लिए अधिक उपयुक्त सज्जक है। किन्तु कुछ पदार्थों को स्टार्च के साथ मिश्रित कर मिश्रण को केसीन की तरह ही इस कार्य के उपयुक्त

बनाने का प्रयत्न किया गया है और इसमें पर्याप्त अंश तक सफलता भी मिली है।

निम्न विधि से माल्ट द्वारा अभिकृत कर एक परिवर्तित स्टार्च बनाया जाता है जो 'लेप कागज' बनाने के लिए अधिक उपयुक्त सिद्ध हुआ है —

मकई के स्टार्च को पानी में निलम्बित कर उसमें एक प्रतिशत माल्ट डाला जाता है। मिश्रण का pH ५ और ताप ४९° से ० रेखा जाता है। सब मिश्रण को २४ घंटे तक बराबर विलोडित किया जाता है। फिर इसे छान कर बचे स्टार्च को पुनः पहले की भाँति निलम्बित कर माल्ट से अभिकृत किया जाता है और छाना जाता है। इस प्रकार लगभग ८० प्रतिशत परिवर्तित स्टार्च प्राप्त होता है।

इधर कुछ वर्षों पूर्व केसलर और जेमस्टैड' (C C Kesler and E. T Hjemstad) ने यूरिया फार्मैल्डीहाइड से स्टार्च को सघनित कर एक यौगिक बनाया है जो लेप कागज बनाने के लिए अच्छा सिद्ध हुआ है। यूरिया फार्मैल्डीहाइड को स्टार्च के साथ थोड़े पानी की उपस्थिति में और अम्लीय अवस्था में गरम करने से यूरिया फार्मैल्डीहाइड स्टार्च यौगिक बनता है। इसमें अच्छी जल-प्रतिरोधक शक्ति (water-resistant power) होती है और इसकी उपस्थिति में चीनी मिट्टी कागज से गीली अवस्था में ही मजबूती से चिपक जाती है। स्टार्च यूरिया फार्मैल्डीहाइड यौगिक में एक गुण यह भी है कि इसकी फिल्म सूखने पर स्टार्च फिल्म की अपेक्षा बहुत कम सिकुडती है। अतः इन गुणों के कारण यह यौगिक अकेले स्टार्च की अपेक्षा लेप कागज बनाने के लिए अधिक अच्छा सज्जक है।

अन्य प्रकार के कागज—प्रायः कई कागज की शीटों को जुटा कर मोटा कागज बनाया जाता है। पोस्टकार्ड, विज़िटिंग कार्ड तथा छपाई के कार्ड इसी भाँति बनते हैं। शीटों को परस्पर जोड़ने के लिए स्टार्च का उपयोग होता है। इस कार्य के लिए स्टार्च का उपयोग विभिन्न तरलता के आसजक के रूप में किया जाता है। यदि आसजक मशीन द्वारा लगाया जाता है तो अपेक्षाकृत कुछ अधिक गाढ़ा रखा जाता है और यदि ब्रश द्वारा हाथ से लगाया जाता है तो कुछ पतला रखा जाता है। पानी की मात्रा का नियंत्रित रखना आवश्यक है। यदि पानी की मात्रा आवश्यकता से अधिक रहती है तो आसजक के सूखने पर सीट में टेढ़ापन आ जाता है। इस काम के लिए उपयोग में आने वाले स्टार्च आसजक में थोड़ा सुहागा भी मिला दिया जाता है।

स्टार्च का उपयोग प्रायः विशेष प्रकार का कागज बनाने के लिए भी किया जाता है। स्टार्च की मात्रा तथा मिलाने की विधि में अन्तर कर कागज में विभिन्न प्रकार के

गुण उत्पन्न किये जा सकते हैं। लुगदी में सामान्य स्टार्च अधिक मात्रा में मिला कर पार्चमेंट की भाँति का कागज प्राप्त किया जा सकता है।

इस प्रकार ऊपर के वर्णन से ज्ञात हुआ होगा कि कागज उद्योग में स्टार्च का उपयोग मुख्य दो प्रकार से होता है। एक तो सज्जक के रूप में और दूसरे आसजक के रूप में। दफती बनाने में इसका उपयोग चिकनाहट लाने के लिए होता है। छपाई के बोर्ड तथा कार्ड बनाने में इसका उपयोग मजबूती, कडापन तथा चिकनाहट लाने के उद्देश्य से होता है। छपाई के कागज में इसका उपयोग कागज को मजबूत बनाने के लिए तथा सतह के रेशों को परस्पर मजबूती से जुटा देने के लिए होता है। रेशों के जुट जाने से छपाई अच्छी होती है।

निर्देश

1 C. C. Kesler and E. T. Hjermstad, *Paper Trade J* (TAPPI), 1945, **120**, 160

स्टार्च और वस्त्र उद्योग

सूती, टसरी तथा कृत्रिम रेशम के धागो का ताना डालने के पूर्व उनमें मांड़ी लगाना आवश्यक होता है। माडी लगाने में स्टार्च या इसी प्रकार का कोई अन्य पदार्थ धागों में शोषित कराया जाता है। इस क्रिया को मांड़ी लगाना या सज्जीकरण कहते हैं। इससे धागो में अधिक खिचाव शक्ति (tensile strength) आ जाती है और बुनाई के समय मशीनों के विभिन्न हिस्सों की रगड़ को सह सकने की उनमें क्षमता आ जाती है, अतः ऐसे धागे बुनाई के समय टूटते नहीं हैं।

अच्छी माडी धागो पर लगाना एक कला है। पहले अच्छी माडी लगाना बहुत वर्षों के अनुभव के बाद कोई व्यक्ति सीख पाता था, किन्तु अब इस क्रिया का वैज्ञानिक रूप से अध्ययन किये जाने के फलस्वरूप यह ज्ञात हो गया है कि किन दशाओं में धागो पर अच्छी माडी चढ़ती है। अतः अब वैज्ञानिक नियंत्रण द्वारा धागो पर अच्छी माडी लगाने में कोई विशेष कठिनाई नहीं होती। फिर भी इस काम में कुशलता की आवश्यकता तो है ही। माडी बनाने में विभिन्न पदार्थ किन अनुपातों में मिलाये गये हैं और माडी किस अवस्था में और किस प्रकार धागो में लगायी गयी है, इन दो मुख्य बातों पर माडी की अच्छाई निर्भर करती है।

कपड़े के उद्योग में स्टार्च का उपयोग दो प्रयोजनों से होता है। एक तो धागो को बुनाई की रगड़ के प्रति मजबूत बनाने के लिए उन पर माडी देने के लिए और दूसरे बुन जाने के बाद कपड़ों पर अच्छी चमक लाने के लिए। कपड़ों पर चमक लाने का मसाला लगाने के पूर्व उन पर लगी आरम्भ की धागो की माडी निकाल कर कपड़ों को साफ किया जाता है। जिन कपड़ों को रँगना होता है उनकी माडी भी पूर्ण रूप से निकाल कर तभी उन्हें रँगा जाता है। यदि माडी निकाली नहीं जाती तो रंग सब जगह एक समान नहीं चढ़ता और कपड़े पर बीच-बीच में धब्बे दिखलाई देते हैं।

धागों का सज्जीकरण या उन पर मांड़ी लगाना (Sizing)—माडी के सम्बन्ध में दो मत हैं। एक मत के अनुसार पूरा प्रभाव डालने के लिए माडी का केवल धागे की सतह पर अधिशोषित (adsorbed) रूप में रहना ही पर्याप्त है, किन्तु दूसरे मत के अनुसार माडी जब धागे के भीतर प्रवेश कर उसका भाग बन जाती है तभी

धागे को पूर्ण रूप से मजबूती प्रदान करती है। दूसरे मत के समर्थकों का तर्क है कि यदि माडी केवल धागे की सतह पर अधिशोषित दशा में रहती है तो बुनाई के समय करघे की रगड़ से इसके झड़ कर निकल जाने की संभावना रहती है और उस दशा में माडी से इच्छित लाभ नहीं प्राप्त हो सकता। यदि माडी धागे के भीतर रहती है तो इसका अधिक स्थायी प्रभाव पड़ता है और धागे में अधिक खिंचाव शक्ति आ जाती है जिसके फलस्वरूप बुनाई के समय धागा जल्दी टूटने नहीं पाता। ऐसी माडी जो सूखने पर चूर्ण या पपड़ी के रूप में हो जाती है बहुत उपयुक्त नहीं होती, क्योंकि यह करघे की रगड़ से शीघ्र झड़ कर गिर जाती है। अच्छी माडी वही है जिसमें धागे के अन्दर कुछ अंश तक घुसने का गुण तथा सतह पर मजबूती से अधिशोषित होकर टिकने का गुण दोनों ही पर्याप्त मात्रा में हो। विभिन्न प्रकार के धागों के लिए विभिन्न प्रकार की माडी की आवश्यकता होती है और उसी के अनुसार माडी का चुनाव किया जाता है। स्टार्च के अतिरिक्त बहुत से अन्य पदार्थों का उपयोग विभिन्न प्रकार के धागों पर माडी देने के लिए होता है, किन्तु सूती तथा लिनेन के धागों के लिए स्टार्च-लेई या परिवर्तित स्टार्च के विलयन का ही मुख्य रूप से माडी के कार्य के लिए उपयोग होता है।

साधारण रीति से स्टार्च को पानी के साथ पका कर और तब उसमें धागे को नरम करने का कोई पदार्थ मिलाने से जो माडी बनती है वह पहले से परिवर्तित किये गये स्टार्च की माडी की अपेक्षा अधिक अच्छी होती है और धागों को अधिक मजबूती देती है। परिवर्तित स्टार्च के विलयन की श्यानता अपेक्षाकृत कम होती है, अतः यह धागों के भीतर अधिक शीघ्र प्रवेश करता है। इस कारण माडी में परिवर्तित स्टार्च का एक निर्दिष्ट सीमा तक रहना माडी को अधिक अच्छा और उपयोगी बनाता है, क्योंकि यह माडी धागे के भीतर भी कुछ अंश तक प्रवेश कर जाती है और सतह पर भी पर्याप्त मात्रा में अधिशोषित रहती है। ऐसे परिवर्तित स्टार्च आक्सीकारको, अम्लों तथा एजाइमों द्वारा सामान्य स्टार्च को अभिकृत कर बनाये जाते हैं। स्टार्च किस अंश तक परिवर्तित है यह उसके एक निर्दिष्ट सान्द्रता के विलयन की श्यानता से मालूम हो जाता है।

स्टार्च की लेई जितनी अधिक गाढ़ी होती है उतनी ही अधिक वह धागे पर लगती है। समान मात्रा लेने पर आलू का स्टार्च मकई के स्टार्च की अपेक्षा अधिक गाढ़ी लेई बनाता है। सैगो स्टार्च की लेई मकई के स्टार्च की अपेक्षा कम गाढ़ी होती है। अतः समान अंश तक माडी लगाने के लिए सैगो और मकई के स्टार्चों को आलू के स्टार्च की अपेक्षा अधिक मात्रा में लेना पड़ेगा। विभिन्न स्टार्चों से माडी बनाते समय इस बात का ध्यान रख कर स्टार्च की मात्रा ली जाती है।

माडी लगाने की क्रिया मुख्यत दो प्रकार से की जाती है। एक प्रकार में ताने को गरम तैयार माडी के विलयन में से डुबाते हुए ले जाते हैं और फिर गरम बेलनो के भीतर से निकाल कर सुखा लेते हैं। ताने के जो धागे ऊपर की क्रिया में परस्पर चिपक जाते हैं उन्हें बाद में पृथक् करना पड़ता है। दूसरी विधि में प्रत्येक लम्बे धागे में अलग अलग माडी लगा कर उन्हें पृथक् रखा जाता है।

माडी के गुणों में परिवर्तन करने के लिए अन्य सहायक कारकों का उपयोग— माडी के गुणों में इच्छित प्रकार का परिवर्तन करने के लिए इसमें विभिन्न रासायनिक यौगिक मिश्रित किये जाते हैं। अधिकांश पदार्थों के मिलाने का उद्देश्य यह होता है कि कपड़ा बुन जाने के बाद हाथ से छूने पर चिकना और मुलायम हो। साधारणत निम्न पदार्थ इस कार्य के लिए माडी में मिलाये जाते हैं।

सुहागा, ग्लिसरीन, टैलो, रेडी का तेल, मोम, साबुन, टर्की लाल तेल आदि। सुहागे की थोड़ी मात्रा मिलाने से स्टार्च-फिल्म अधिक मजबूत हो जाती है, किन्तु यदि सुहागे की मात्रा आवश्यकता से अधिक होती है तो उलटा प्रभाव पड़ता है और फिल्म कमजोर हो जाती है। ग्लिसरीन मिलाने से भी यही प्रभाव पड़ता है। टैलो, रेडी का तेल, साबुन तथा मोम आदि पदार्थ की लगभग ४-५ प्रतिशत मात्रा मिलाने से माडी की फिल्म मुलायम और मजबूत होती है, किन्तु इससे अधिक मात्रा मिश्रित करने पर माडी की फिल्म कमजोर रहती है।

माडी लगाने से सम्बन्धित विशेष बातें—विभिन्न प्रकार के धागों में माडी लगाने के लिए आवश्यकतानुसार स्टार्च के पतले विलयन से लेकर गाढ़े विलयन तक सभी सान्द्रता का विलयन उपयोग में आता है। साधारण रीति से स्टार्च विलयन की श्यानता से विभिन्न धागों में माडी के रूप में उपयोग होने की उसकी उपयुक्तता का अनुमान किया जा सकता है। धागे द्वारा माडी की कितनी मात्रा अधिशोषित होती है, यह बहुत अंश तक स्टार्च-लेई या स्टार्च-निलम्बन की श्यानता पर निर्भर करता है। स्टार्च-लेई की जितनी अधिक श्यानता रहती है उतनी ही अधिक माडी धागे पर अधिशोषित होती है।

जैसा हम पहले पढ़ चुके हैं, समान ताप पर विभिन्न स्टार्च भिन्न अंश तक श्लिषी-कृत होते हैं और इस कारण इनकी श्यानता भिन्न होती है। फलस्वरूप विभिन्न स्टार्चों की लेई अपनी विभिन्न श्यानता के अनुसार ही धागों पर भिन्न मात्राओं में माडी के रूप में अधिशोषित होती है। उदाहरणार्थ, सैगो और टैपियोका स्टार्च को पानी के साथ उबालने पर इनका श्लिषीकरण दो घंटे में पूर्ण होता है। आलू का स्टार्च भी श्लिषीकृत होने के लिए लगभग इतना ही समय लेता है, किन्तु मकई का स्टार्च इन तीनों की अपेक्षा

अधिक धीमी गति से तथा कठिनता से श्लिषीकृत होता है। गेहूँ के स्टार्च का श्लिषीकरण भी मकई के स्टार्च की भाँति ही विलम्ब से होता है और बहुत अच्छी प्रकार उबालने पर भी पूर्ण नहीं होता। इस कारण गेहूँ और मकई के स्टार्चों का मुख्य रूप से मोटे धागो पर ही माड़ी लगाने के लिए उपयोग किया जाता है।

आलू और टैपियोका स्टार्चों की लेई सैगो स्टार्च की लेई की अपेक्षा अधिक श्यानता की होती है। अतः धागे पर समान मात्रा में माड़ी प्राप्त करने के लिए सैगो स्टार्च की लेई की सान्द्रता आलू और टैपियोका स्टार्च की अपेक्षा लगभग १० प्रतिशत अधिक रखनी पड़ती है। दस प्रतिशत सान्द्रता बढ़ा देने पर सैगो स्टार्च की लेई की श्यानता लगभग आलू और टैपियोका के स्टार्चों की लेई के बराबर ही हो जाती है और अब समान मात्रा में माड़ी इन लेइयों से धागे पर लगती है।

माड़ी लगाने की क्रिया में धागो का ताना माड़ी भरी एक नाद के भीतर से भेजा जाता है और इसमें से जाते समय धागे माड़ी की श्यानता के अनुपात से माड़ी की मात्रा अपने में अधिशोषित कर लेते हैं। ताना फिर निपीड़क बेलनों (squeezing rollers) के बीच से भेजा जाता है। ये बेलन धागो पर की अधिक माड़ी को काँछ कर निकाल देते हैं। माड़ी की जितनी अधिक श्यानता होती है काँछने में उतनी ही कम वह निकलती है।

माड़ी लगाने की क्रिया में एक दूसरी महत्व की बात यह देखने की होती है कि माड़ी सूती धागे को किस गति से भिगाती है। साधारण रीति से बनायी गयी माड़ी रुई को पूर्ण रूप से नहीं भिगाती और यदि आर्द्रताकारक (wetting agents) पदार्थ माड़ी में मिलाये जायँ तो इनकी पर्याप्त मात्रा मिलानी पड़ती है। उबलते ताप पर माड़ी लगाने और फिर निपीड़क बेलनों की सहायता से अधिक माड़ी काँछ कर निकालने की क्रिया द्वारा धागे पर्याप्त अंश तक भिगोये जा सकते हैं। ऊँचा ताप तल-तनाव (surface tension) पर कोई प्रभाव नहीं डालता किन्तु श्यानता घटाता है, जिसके कारण माड़ी में से वायु के बुल्ले (air bubbles) निकल जाते हैं और वायु के निकल जाने से ही माड़ी धागो को अधिक भिगो सकती है। अधिक दाब, मशीन की धीमी गति तथा ताने को दुबारा फिर माँड़ी के भीतर से ले जाने से धागो पर अधिक माड़ी लगाने में सहायता मिलती है। माड़ी लगाने के बाद गरम बेलनों पर सुखाने से भी माड़ी धागो के अन्दर तक जाती है।

माड़ी की उपयोगिता दो बातों पर निर्भर करती है। एक तो धागो पर इसके ठीक से फैलने पर और दूसरे इसकी फिल्म की आसजकता पर। ये दोनों ही बातें आवश्यकता-नुसार नियंत्रित की जा सकती हैं। आंशिक रूप से विघटित (partially degraded)

स्टार्चों के उपयोग द्वारा विलयन में ठोस पदार्थ की मात्रा श्यानता में बिना विशेष परिवर्तन किये बढ़ायी जा सकती है और इस प्रकार घागे पर भी माड़ी की अधिक मात्रा पहुँचायी जा सकती है जिसके फलस्वरूप घागे के कड़ेपन में भी वृद्धि होती है।

आक्सीकारको, अम्लो और एजाइमो द्वारा स्टार्च को अभिकृत कराने पर जो परिवर्तित स्टार्च प्राप्त होता है उसकी फिल्म अपेक्षाकृत कमजोर होती है, किन्तु अधिक दिलेय होने के कारण समान श्यानता की माड़ी के समान आयतन में इसकी मात्रा सामान्य स्टार्च से अधिक रहती है। अतः यदि परिवर्तित और सामान्य स्टार्चों से बनायी गयी माड़ियों की श्यानता एक हो तो परिवर्तित स्टार्च की माड़ी सामान्य स्टार्च की माड़ी की अपेक्षा घागे पर अधिक मात्रा में लगेगी। इस प्रकार परिवर्तित स्टार्च की फिल्म की मजबूती में कमी इसके अधिक मात्रा में घागे पर अधिशोषित होने के द्वारा पूरी हो जाती है।

विसर्जनीकरण या माड़ी निकालना (Desizing)—ताने में माड़ी लगाने के लिए स्टार्च, केसीन, जिलैटिन, साबुन, चीनी मिट्टी तथा विभिन्न खनिज पदार्थों का उपयोग किया जाता है। जब बुनाई के बाद कपड़ा तैयार हो जाता है तब कपड़े पर से माड़ी निकालने की आवश्यकता होती है, क्योंकि बिना माड़ी निकाले कपड़े की धुलाई, रंगाई तथा छपाई अच्छी नहीं हो सकती। माड़ी निकालने की क्रिया में माड़ी पूरी तरह से सरलता से निकल जानी चाहिए और साथ ही इस क्रिया से कपड़े पर कोई हानिकारक प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए। यदि माड़ी स्टार्च की है तो कपड़ों पर ऐसे अभिकर्मकों की क्रिया करायी जाती है जो स्टार्च अणुओं को सरल यौगिकों में विघटित कर देते हैं और फिर ये सरल यौगिक धोने पर सरलता से कपड़े पर से निकल जाते हैं। इस कार्य के लिए किसी तनु खनिज अम्ल या अम्लीय लवण का उपयोग किया जा सकता है। पानी के साथ पर्याप्त समय तक उबालने से भी स्टार्च अणुओं का सरल यौगिकों में जल-विश्लेषण हो जाता है, किन्तु पानी में थोड़ा अम्ल रहने से जल-विश्लेषण की क्रिया अधिक शीघ्र होती है। स्टार्च को जल-विश्लेषित करने में अम्ल उत्प्रेरक का काम करता है। अम्ल तथा अम्लीय लवणों का बहुत नियन्त्रित रूप से उपयोग करने पर यद्यपि कपड़े पर कोई विशेष हानिकारक प्रभाव नहीं पड़ता पर फिर भी थोड़ा प्रभाव तो पड़ता ही है। अतः बहुत से लोग माड़ी निकालने के लिए अम्ल और अम्लीय लवणों के स्थान में उन एजाइमों का उपयोग करते हैं जो स्टार्च अणुओं को शर्करा में जल-विश्लेषित कर देते हैं। एजाइमों में डायस्टेस एजाइम का उपयोग अधिक होता है। महीन और कीमती कपड़ों की माड़ी तथा उन कपड़ों की माड़ी निकालने के लिए, जिन्हें बाद में मरसराइज करना और रगना रहता है, डायस्टेस का उपयोग विशेष रूप से होता है।

इन कपड़ों पर अच्छी चमक लाने के लिए तथा इनकी अच्छी रंगाई के लिए यह आवश्यक है कि इनकी माडी पूर्ण रूप से पहले निकाल दी जाय, क्योंकि यदि माडी का कुछ भी अश लग रहा जाता है तो कपड़े पर न तो सब जगह एक सार रंग चढ़ता है और न अच्छा कलफ होता है।

माडी निकालने की एजाइम विधि के अतिरिक्त जितनी अन्य विधियाँ हैं उनमें स्टार्च पूर्ण रूप से कपड़े पर से नहीं निकलता, केवल एजाइम की क्रिया द्वारा ही कपड़े पर से स्टार्च पूर्ण रूप से निकलता है।

कृत्रिम रेशम के कपड़ों पर से स्टार्च की माडी निकालने में बहुत कठिनाई होती है और माडी निकालने की क्रिया को पर्याप्त समय तक कराने की आवश्यकता पड़ती है। माल्ट डायस्टेस द्वारा माडी धीमी गति से निकलती है और कृत्रिम रेशम पर जिस मात्रा में माडी होती है उसी के अनुसार कम या अधिक समय माडी निकालने की क्रिया के लिए देना पड़ता है। कपड़ा यदि बहुत घना बुना होता है तो भी माडी धीमी गति से निकलती है और इस कारण माडी निकालने की क्रिया में अधिक समय लगता है।

एजाइम के उपयोग द्वारा माँड़ी निकालना—जैसा हम पढ़ चुके हैं, डायस्टेस एजाइम स्टार्च को विघटित कर सरल विलेय यौगिकों में परिणत कर देता है। इस प्रकार माडी के स्टार्च को निकालने की क्रिया में डायस्टेस वही कार्य करता है जो अम्ल करता है, किन्तु डायस्टेस की क्रिया अधिक तीव्रता से होती है और साथ ही अधिक ठीक से नियंत्रित की जा सकती है। एजाइम के उपयोग में एक बड़ा लाभ यह भी है कि इसकी क्रिया केवल स्टार्च पर ही होती है और कपड़े पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता, अतः यदि डायस्टेस की अधिक मात्रा का भी उपयोग किया जाता है तो भी कपड़ा किसी प्रकार से खराब नहीं होने पाता।

माँड़ी निकालने की सामान्य विधि निम्न भाँति है —

एक नाँद में गरम पानी भर कर माडी लगे कपड़े को उसमें डुबोया जाता है। गरम पानी माडी में उपस्थित विलेय खनिज लवणों को घुला कर निकाल देता है। गरम पानी की नाँद से निकाल कर कपड़े को तुरन्त माडी निकालने की नाँद में डाला जाता है जिसमें डायस्टेस एजाइम की उपयुक्त मात्रा विलयन के रूप में मौजूद रहती है। इस नाँद का ताप अनुकूलतम (60° — 65° स० ग्रे०) रखा जाता है। गरम पानी की नाँद से आने के कारण कपड़ा कुछ गरम रहता है और कपड़े की यह गर्मी एजाइम विलयन के ताप को अनुकूलतम बनाये रखने में सहायक होती है। इस नाँद में निर्धारित समय तक कपड़े को रखने के बाद फिर धोने की मशीन में ले जाया जाता है, या अलग एक स्थान में एकत्रित कर ढेर के रूप में रात्रि भर रखा रहने दिया जाता है और दूसरे

दिन धोया जाता है। रात्रि भर पड़ा रहने पर कपड़े पर जो थोड़ा एज़ाइम लगा रहता है उसकी क्रिया माडी के शेष बचे स्टार्च पर धीरे-धीरे बराबर होती रहती है और यह बचा स्टार्च भी विघटित हो जाता है। साधारणतः कपड़े को एज़ाइम के विलयन में एक घंटे तक रहने दिया जाता है। कभी-कभी १०-१२ घंटों तक भी कपड़े को एज़ाइम विलयन में रखने की आवश्यकता हो जाती है।

बाजारों में एज़ाइमों के विभिन्न प्रकार के तैयार चूर्ण माडी निकालने के काम में लाने के लिए बिकते हैं। साधारण रीति से इन चूर्णों की लगभग ५ से ८ पाउंड मात्रा १०० गैलन पानी में मिलाना पर्याप्त होता है। कुछ अधिक क्रियाशील एज़ाइम चूर्ण प्रायः बाजारों में बिकते हैं। इनकी एक-दो पाउंड मात्रा ही १०० गैलन पानी में मिलाना होता है। जो कपड़े बहुत घने बुने होते हैं उन पर की माडी निकालने के लिए एज़ाइम के विलयन में थोड़ा आर्द्रक (wetting agent) मिला देने से माडी शीघ्र निकलती है।

कपड़ों का समापन (Finishing of textile fabrics)—बहुत से कपड़े बुनाई के बाद तैयार होने तथा माडी निकालने के बाद देखने में आकर्षक नहीं लगते। बाजार में ग्राहकों को आकर्षित करने के लिए कपड़ों की सतह को चिकना और मुलायम बनाना आवश्यक होता है। इस क्रिया को 'समापन' या 'फिनिशिंग' (finishing) कहते हैं। समापन निम्न तीन मुख्य उद्देश्यों से किया जाता है—सतह पर कड़ापन लाने, चमक लाने तथा कपड़े का वजन बढ़ाने के लिए। समापन द्वारा कपड़े की सतह चिकनी हो जाती है और उस पर एक चमक आ जाती है जिससे कपड़ा देखने में सुन्दर और आकर्षक हो जाता है। सूती कपड़ों के समापन के लिए स्टार्च-विलयन का उपयोग मुख्य रूप से होता है। इस कार्य के लिए पतले स्टार्च-विलयन से लेकर गाढ़े स्टार्च-विलयन तक, जिनमें विभिन्न भराऊ पदार्थ भी मिश्रित रहते हैं, सभी का उपयोग होता है। भराऊ पदार्थ मिश्रित गाढ़ा स्टार्च-विलयन जब कपड़े पर दाब द्वारा लगाया जाता है तो कपड़े के धागों के बीच के छेदों को भर देता है। साधारण समापन के लिए तनु स्टार्च-विलयन का उपयोग होता है।

कपड़ों के समापन का कार्य एक कला है और बहुत अनुभव के बाद कोई व्यक्ति इसमें निपुणता प्राप्त करता है। अतः यह कार्य कपड़ों के कारखानों में विशेषज्ञों द्वारा किया जाता है। रगीन तथा छपे कपड़ों के समापन में विशेष कुशलता की आवश्यकता होती है, क्योंकि इसमें इस बात का ध्यान रखना पड़ता है कि समापन की क्रिया में रंग तथा छपाई पर किसी प्रकार का हानिकारक प्रभाव न पड़ने पाये।

समापन के लिए जिन पदार्थों का उपयोग किया जाता है उन्हें प्रसाधक (dressings) कहते हैं। प्रायः एक ही प्रसाधक का कई प्रकार के कार्यों के लिए

उपयोग किया जाता है। कपडों पर कडापन तथा चमक लाने के लिए प्रसाधक में साधारणतः स्टार्च, डेक्सट्रिन, गोद तथा जिलैटिन का उपयोग किया जाता है। प्रसाधकों में कुछ ऐसे पदार्थ भी, जो कपड़े के रंग को अधिक आकर्षक बनाने में सहायक होते हैं तथा कुछ निःक्रामक पदार्थ जो फफूंदों की वृद्धि को रोकते हैं, डाले जाते हैं।

जब खनिज वर्णकों (pigments) का उपयोग भराऊ पदार्थ के रूप में होता है तब आसजक प्रसाधकों (adhesive dressings) का उपयोग किया जाता है। इन प्रसाधकों का कार्य वर्णकों को कपड़े पर चिपकाये रखना होता है जिससे ये झड़ कर गिरने न पायें। कुछ वर्ष पूर्व तक ऐसे प्रसाधकों में मिलाने के लिए वनस्पति आसजकों का उपयोग व्यापक रूप से होता था और बाजारों में इस कार्य में उपयोग किये जाने के लिए विभिन्न वनस्पति आसजक स्वच्छ ठोस, लेई या द्रव रूप में बिकने के लिए रखे जाते थे। ये सब आसजक अभिकृत स्टार्च या अभिकृत आटे से बनाये जाते थे। ऐसा ही एक आसजक बाजार में 'ऐराबोल' (arabol) नाम से बिकता है। इसमें ५५ प्रतिशत डेक्सट्रिन, २५ प्रतिशत माल्टोस और ४ प्रतिशत स्टार्च तथा शेष पानी रहता है। यह आसजक स्टार्च को एजाइम द्वारा अभिकृत कर बनाया जाता है। आसजक प्रसाधकों में प्रायः मैंगनीशियम क्लोराइड भी डाला जाता है। मैंगनीशियम क्लोराइड में नमी शोषित करने का गुण होता है। अतः इसकी उपस्थिति से कपड़ा छूने पर मुलायम लगता है।

स्टार्च और डेक्सट्रिन के प्रसाधकों के रूप में उपयोग करने के सम्बन्ध की कुछ विशेष बातें—कुछ स्टार्चों में सल्फ्यूरस अम्ल या तो मुक्त रूप में या संयोजित रूप में रहता है। यदि मुक्त अवस्था में अम्ल मौजूद रहता है तो कपड़ों को गरम स्थान में रखने पर यह कपड़ों को मुलायम कर देता है। अतः अम्ल का निकालना आवश्यक है। सफेद डेक्सट्रिन को प्रसाधक के रूप में उपयोग करने के पूर्व यह ज्ञात कर लेना चाहिए कि उसमें अपरिवर्तित स्टार्च कितना बचा रह गया है। यदि थोड़ा भी अपरिवर्तित स्टार्च मौजूद रहता है तो इस डेक्सट्रिन द्वारा बनाये प्रसाधक द्वारा कपड़े के समापन में बहुत अन्तर आ जाता है। अम्ल और ग्लूकोस का भी डेक्सट्रिन में रहना ठीक नहीं रहता। इनके रहने पर डेक्सट्रिन द्वारा समापन किये गये कपड़े रखने पर मटमैले हो जाते हैं और उनका रंग खराब हो जाता है। कुछ स्टार्च, जैसे मकई और चावल के स्टार्च, प्रायः क्षारीय रहते हैं। अतः जब पूर्ण उदासीन प्रसाधक की आवश्यकता होती है तो इन स्टार्चों को उन स्टार्चों के साथ मिश्रित कर जिनमें अम्लीयता होती है उपयोग किया जाता है। कुछ भराऊ पदार्थ भी, जैसे बेरियम सल्फेट, टैल्क और चीनी मिट्टी, प्रायः अम्लीय होते हैं और यदि इनके साथ प्रसाधक में साबुन उपयोग किया गया है तो

ये साबुन को जल-विश्लेषित कर वसा अम्ल उत्पन्न करते हैं और ये वसा अम्ल फिर वायु द्वारा आक्सीकृत हो कर कपड़े में एक दुर्गन्ध उत्पन्न करते हैं।

प्रसाधको के रूप में विभिन्न स्टार्चों के गुण—सफेद कपड़ों में उपयोग होने वाले प्रसाधको का स्टार्च महत्त्व का अवयव है। विभिन्न स्टार्चों का उपयोग उनके गुणों के आधार पर विभिन्न प्रकार के कपड़ों के समापन के लिए किया जाता है। प्रसाधक आवश्यकतानुसार पतले दूधिया द्रव से ले कर गाड़े लगभग गुथे आटे के रूप के बनाये जाते हैं।

आलू का स्टार्च—प्रसाधक के रूप में उपयोग होने वाले सब स्टार्चों में आलू का स्टार्च ही सब से अधिक गाढा होता है तथा इसके गुणों में भी अवस्था के अनुसार बड़ा अन्तर रहता है। रखने पर इसकी लेई की श्यानता एक अवधि के बाद धीरे-धीरे घटती जाती है। जैसा पहले बतलाया जा चुका है, श्यानता के घटने का मुख्य कारण यह है कि लेई बनाने की क्रिया में उबालने से स्टार्च अणु कुछ अंश तक विघटित हो कर सरल हो जाते हैं। किन्तु आलू की लेई की श्यानता, इसे पूर्ण श्लिषीकरण ताप तक गरम करने पर अन्य स्टार्चों की अपेक्षा, जो समान सान्द्रता पर तथा समान ताप पर श्लिषीकृत किये गये हैं, कम घटती है। आलू की लेई का सन्तोषप्रद ढंग से उपयोग करने के लिए इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि श्यानता घटना आरम्भ होने के पूर्व ही इसे उपयोग कर लिया जाय। इसके लिए एक उपाय यह है कि लेई को बनाते ही तुरन्त उसका उपयोग कर लिया जाय। सान्द्रता पर तथा उबालने पर उपयुक्त नियन्त्रण रखने से ऐसी लेई बनायी जा सकती है जिसकी श्यानता में रखने पर विशेष अन्तर नहीं पड़ता।

आलू के स्टार्च का एक भराऊ पदार्थ के रूप में भी उपयोग होता है। यह नम्य (flexible) भी होता है और कपड़ों में मुलायमपन लाता है। सुहागे के साथ मिला कर प्रसाधक के रूप में कपड़े पर लगाने से यह कपड़े की सतह को चमकीली करता है।

चावल का स्टार्च—यह धागे के अन्दर घुस जाता है और कपड़ों का वजन बढ़ाता है। इसके द्वारा कपड़े पर एक पारदर्शक और चमकीला समापन या 'फिनिश' (finish) प्राप्त होता है। घुलाई में भी यह बहुत उपयोगी है क्योंकि अन्य स्टार्चों की भाँति यह नम वायु में मुलायम नहीं होता। यहाँ इसका मुख्य कार्य कपड़े में कड़ापन (कलफ) लाना होता है।

मकई का स्टार्च—इसके उपयोग से कपड़े पर दफ्ती की तरह का बड़ा कड़ापन आता है। यह आलू के स्टार्च के साथ मिश्रण के रूप में ही अधिकतर उपयोग किया

जाता है, किन्तु छोटे सूती कपड़े (जैसे कालर आदि) के समापन के लिए अकेला भी उपयोग किया जाता है।

मकई और चावल के स्टार्च को पानी के साथ चाहे जितने समय तक उबाला जाय इनके द्वारा प्राप्त समापन में से कड़ापन नहीं जाता, किन्तु यदि मकई के स्टार्च को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा आशिक रूप में विलेय स्टार्च में परिवर्तित कर दिया जाय तो इसके द्वारा प्राप्त समापन कुछ-कुछ गेहूँ के स्टार्च के समापन की भाँति का हो जाता है।

टैपियोका स्टार्च—यह मकई के स्टार्च की अपेक्षा अधिक मुलायम होता है और इसकी जेली अधिक पारदर्शक होती है। इसके द्वारा कपड़े पर समापन (फिनिश) मकई के स्टार्च की अपेक्षा अधिक लचीला तथा मजबूत रहता है। इस स्टार्च से बनाया गया डेक्सट्रिन भी अन्य स्टार्चों के डेक्सट्रिन की अपेक्षा अधिक मजबूत समापन देता है।

सैंगो स्टार्च—यह बहुत समय से सूती धागे पर माड़ी लगाने के काम में आता रहा है। माड़ी के अतिरिक्त अन्य कई प्रकार के कामों के लिए भी यह सन्तोषप्रद है किन्तु 'समापन' में इसका अधिक उपयोग नहीं किया जाता, क्योंकि इसका समापन कपड़े को मोड़ने या लपेटने से चटक जाता है जिसके कारण कपड़े पर धारियाँ दिखलाई देती है।

गेहूँ का आटा—जिस प्रकार के कार्य के लिए आटे को इस्तेमाल करना होता है उसी के अनुसार इसे अभिकृत किया जाता है। यदि माड़ी के रूप में उपयोग करना होता है तो आटे को पानी में भिगो कर रख दिया जाता है और किण्वन होने दिया जाता है। किण्वन में थोड़ा ऐलकोहल तथा ऐसीटिक और ब्यूट्रिक अम्ल भी बनते हैं। गेहूँ की प्रोटीन का भी विघटन कुछ हो जाता है। किण्वन के बाद स्टार्च-निलम्बन अम्लीय होता है और यदि इसे रगीन कपड़े या धागे के लिए इस्तेमाल करना है तो अम्ल को पहले ऐमोनिया द्वारा उदासीन कर दिया जाता है। आटे में ०.२५ प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट (धोने का सोडा) मिलाने से किण्वन अधिक शीघ्र पूरा हो जाता है। किण्वन की समाप्ति के बाद इसमें कोई प्रतिपूय (antiseptic) पदार्थ मिला कर और पानी द्वारा आवश्यकतानुसार तनु कर फिर उबाल लिया जाता है। इस प्रकार बनाये गये प्रसाधक से कपड़े का समापन अच्छा होता है किन्तु यह कपड़े पर से अधिक शीघ्र निकल जाता है।

साधारण रीति से प्रसाधकों में दो या अधिक प्रकार के स्टार्चों का मिश्रण रहता है। स्टार्चों को पहले सूखी अवस्था में ही मिला लिया जाता है और फिर मिश्रण को पानी

के साथ गरम कर श्लिषीकृत किया जाता है। कुछ लोग प्रत्येक स्टार्च को पृथक् रूप से श्लिषीकृत कर फिर सब को मिला कर और थोड़ी देर उबाल कर समाग लेई बनाना अधिक ठीक समझते हैं। इस विधि से सब स्टार्च-कणों का श्लिषीकरण समान अंश तक हो जाता है। सूखे स्टार्चों को मिश्रित कर फिर मिश्रण को श्लिषीकृत करने में एक कठिनाई यह उत्पन्न होती है कि मिश्रण के जिस स्टार्च का श्लिषीकरण सब से निम्न ताप पर होता है वह पहले श्लिषीकृत हो कर उस स्टार्च के कणों के चारों ओर, जिसका श्लिषीकरण ऊँचे ताप पर होता है, एक पतला श्लिषीय आवरण (gelatinous film) बना देता है जिसके कारण इस दूसरे स्टार्च का श्लिषीकरण ठीक से नहीं हो पाता। इसका परिणाम यह होता है कि प्रसाधक अच्छा नहीं होता और कपड़े पर लगाने के बाद थोड़े दिनों में झड़ कर निकल जाता है।

जब प्रसाधक बनाने के लिए स्टार्च को विघटित करने की आवश्यकता होती है तो स्टार्च-निलम्बन में कोई उत्फुल्लक (swelling agent) मिला कर तब उसे आवश्यक समय तक उबाला जाता है। अकेले डेक्सट्रिन से कपड़े पर बहुत मुलायम समापन ('फिनिश') प्राप्त होता है किन्तु डेक्सट्रिन को स्टार्च की लेई में मिलाने से समापन दृढ़ता की तरह कड़ा प्राप्त होता है।

कपड़ों पर छपाई करने में स्टार्च का उपयोग—छपाई के लिए रंग तैयार करने में स्टार्च या इसी प्रकार का कोई अन्य अक्रिय पदार्थ आधार के रूप में मिलाया जाता है। स्टार्च, गोद, ऐल्ब्यूमिन या जिन अन्य पदार्थों को आधार बनाने के लिए इस्तेमाल करना होता है उन्हें परस्पर मिला कर तथा मिश्रण को पानी की उपयुक्त मात्रा के साथ उबाल कर पहले लेई बना ली जाती है। अब जिन रंगों को उपयोग में लाना है उनको अथवा उनके विलयनों को लेई में डाल दिया जाता है। अन्य जो रासायनिक पदार्थ मिलाने होते हैं उन्हें भी लेई में डाल दिया जाता है और फिर सब को अच्छी प्रकार फेट कर लेई को समाग कर दिया जाता है। अब यह रंग मिली लेई छपाई के काम में लाने के उपयुक्त रहती है और आवश्यकतानुसार उपयोग में लायी जाती है। विभिन्न प्रकार की छपाई के लिए यदि इसे गाढ़ा करने की आवश्यकता होती है तो इसमें उसी के अनुसार कोई उपयुक्त गाढ़क मिला दिया जाता है।

आभादायक तथा नीलरंजक ('Tinting and bluing agents')—सफेद कपड़ों पर प्रायः हलका पीलापन रहता है। इसे दूर कर कपड़ों पर अधिक सफेदी लाने के लिए प्रायः प्रसाधकों के साथ कोई नीला रंग थोड़ी मात्रा में मिलाया जाता है। नीले रंगों में अल्ट्रामेरीन (ultramarine) का उपयोग सफेद कपड़ों पर नील देने के लिए बहुत होता है। इसका उपयोग करते समय यह ध्यान रखना आवश्यक है कि प्रसाधक

पूर्ण उदासीन हो। यदि सज्जक किंचित् भी अम्लीय होता है तो अल्ट्रामेरीन भूरे रंग में परिवर्तित हो जाता है और परिणामस्वरूप कपड़े की सफेदी नष्ट हो जाती है। प्रसाधक की अम्लीयता का उदासीनीकरण करने के लिए ऐमोनिया का उपयोग करना अधिक ठीक रहता है, क्योंकि यदि ऐमोनिया कुछ मुक्त अवस्था में रह जाती है तो कोई हानि नहीं पहुँचाती। 'इंडिगो कारमीन' (indigo carmine) और पेरिस ब्लू (Paris blue) का उपयोग भी प्रायः नीलरजक के रूप में होता है, किन्तु ये अल्ट्रा-मेरीन की तरह अच्छे सिद्ध नहीं होते।

गाढ़कों का कार्य (Functions of the thickeners)—जैसा हम ऊपर बतला चुके हैं, कपड़ों पर छपाई करने में रंगों के साथ विभिन्न गाढ़क मिलाये जाते हैं। स्टार्च तथा डेक्सट्रिन का उपयोग ऐसे गाढ़क बनाने में भी बहुत होता है। छपाई के रंग में मिलाये जाने वाले गाढ़को को उनके कार्य की दृष्टि से दो मुख्य वर्गों में रखा जा सकता है—(क) एक वे जो छपाई के बाद निकाल दिये जाते हैं, जैसे स्टार्च, अग्रेजी गोद, वनस्पति गोद आदि तथा (ख) दूसरे वे जो वर्णको को कपड़े पर चिपकाये रखने के उद्देश्य से मिलाये जाते हैं और छपाई के बाद निकाले नहीं जाते, जैसे केसीन और एल्ब्यूमिन। गाढ़को का कार्य निम्न होता है—

(१) ये वर्णको तथा उन रासायनिक पदार्थों के लिए जिन्हें रंग को स्थायी करने या विकसित करने के लिए प्रयोग किया जाता है, वाहक तथा आधार (base) का काम करते हैं। रंग की लेई में मिले पदार्थों को छपाई के पूर्व या बाद में अवक्षेपित करने का गुण गाढ़को में नहीं होना चाहिए। कलिलीय गाढ़को में वर्णक जितना महीन रूप में आकीर्ण (dispersed) रहता है उतनी ही अच्छी छपाई होती है।

(२) ये छपाई के विलयन या लेई में इच्छित गाढ़ापन और सुघट्यता (plasticity) लाते हैं। यह सुघट्यता इतनी होनी चाहिए कि छपाई की लेई छापो के प्रत्येक खुदे भाग में ठीक से भर जाय और वहाँ से बह कर निकलने न पाये और कपड़े पर रंग तभी फैले जब छापा दबाया जाय।

(३) ये छपाई के रंग को छापे से कपड़ों पर ठीक से पहुँचाने में सहायक होते हैं।

(४) ये रंग को स्थायी बनाते हैं जिससे धोने पर रंग कपड़े से निकलने नहीं पाता।

(५) गाढ़क को रंग की लेई में उपस्थित समस्त पदार्थों के प्रति अक्रिय होना चाहिए। साथ ही इसे जलग्राही नहीं होना चाहिए और सस्ता होना चाहिए।

छपाई के रंग का निखार—रंग का कपड़े पर निखरना कुछ अंश में गाढ़क पर निर्भर करता है। ऐसे गाढ़क जिनमें ठोस की मात्रा कम रहती है रंग में अच्छा निखार

लाते हैं। कुछ पौधों के गोद, जैसे 'लोकस्ट बीन गोद' (locust bean gum), इस कार्य के लिए बहुत अच्छे होते हैं। इनका दो-तीन भाग १०० भाग पानी में मिलाने पर एक गाढ़ा श्लेष्मीय (mucilaginous) विलयन प्राप्त होता है जो छपाई के रंग में गाढ़क के साथ मिलाने पर रंग को निखरने में सहायता देता है। सेनेगल गोद (gum senegal) तथा अन्य क्षारीय गोद इस काम के लिए अधिक उपयुक्त नहीं हैं क्योंकि इनके श्लेष्मीय गाढ़े विलयन बनाने में काफी ठोस की मात्रा लेनी पड़ती है।

कुछ गाढ़कों में यह गुण होता है कि वे धागों के बीच में नहीं प्रवेश कर पाते, अतः वे रंग जिनमें ऐसे गाढ़क रहते हैं केवल कपड़े की सतह पर ही रहते हैं। सतह पर रहने के कारण रंग सब जगह समान रूप से फैलता है जिसके फलस्वरूप रंग का विकास अच्छा होता है और उसमें अच्छा निखार आता है। जब गाढ़क ऐसा होता है जो धागों के बीच में प्रवेश कर जाता है तो रंग को अधिक क्षेत्रफल में फैलना पड़ता है जिसके कारण वह सतह पर पूर्ण रूप से विकसित हो कर निखर नहीं पाता। ऐसी अवस्था में रंग की मात्रा भी अधिक लेनी पड़ती है और रंग भी पूर्ण निखार के साथ कपड़े पर नहीं चढ़ता। किस प्रकार की छपाई के लिए कौन सा गाढ़क उपयोग करना ठीक होगा यह कुशल कारीगर अपने अनुभव से मालूम करता है।

स्टार्च से बने गाढ़क (Starch thickenings)—गाढ़कों की उपयोगिता उनकी श्यानता, सुघट्यता और विलयन में ठोस की प्रतिशत मात्रा पर बहुत अंश तक निर्भर करती है।

स्टार्च-गाढ़क बनाने के लिए स्टार्च को पहले पानी के साथ फेंट कर एक गाढ़ी लेई प्राप्त की जाती है। इसमें फिर और पानी मिला कर बर्तन कड़ाहों (pans) में भाप द्वारा उबाला जाता है। उबालते समय इसे बराबर विलोडित करते रहने का प्रबन्ध रहता है। उबालते समय गाढ़क कड़ाह की दीवारों पर न चिपकने पाये इसके लिए इसमें थोड़ा सा कोई वनस्पति तेल या रंग तेल (colour oil) मिला दिया जाता है। गाढ़क को कड़ाह में भरने के पूर्व कड़ाह की दीवारों पर भी थोड़ा सा तेल रगड़ दिया जाता है। प्रायः वनस्पति तेल के स्थान में लोग खनिज तेल का उपयोग भी इस काम के लिए करते हैं किन्तु वनस्पति तेल ही अधिक उपयुक्त होता है।

पूर्ण उदासीन स्टार्च-लेई बहुत दिनों तक साधारण अवस्था में नहीं रखी जा सकती। इसमें थोड़ा ऐसीटिक अम्ल मिलाने से यह बहुत दिनों तक सुरक्षित रहती है। स्टार्च-गाढ़क बनाने में सफाई का ध्यान रखना भी बहुत आवश्यक है और साथ ही यह भी आवश्यक है कि जो स्टार्च गाढ़क बनाने के लिए लिया जाय वह अच्छी जाति का

हो। यदि इन सब बातों का ध्यान नहीं रखा जाता अथवा बनाने में कोई त्रुटि रह जाती है तो रखने पर ऐसे गाढक में से पानी पृथक् हो जाता है और कड़ा ठोस अलग बच रहता है। इसे पुन ठीक नहीं किया जा सकता और फेकना ही पड़ता है।

गाढक बनाने के लिए गेहूँ का स्टार्च बहुत उपयुक्त है। इसकी लेई चिकनी बनती है और छपाई के मसाले में इसके रहने पर छपाई अच्छी आती है। मकई और टैपियोका स्टार्च के मिश्रण से भी लगभग गेहूँ के स्टार्च की तरह ही गाढक प्राप्त होता है किन्तु अकेले मकई के स्टार्च से बना गाढक बहुत उपयुक्त नहीं होता और न अधिक दिनों तक रखा जा सकता है। अकेले टैपियोका स्टार्च से भी गाढक कड़ा बनता है और उपयुक्त नहीं होता, अतः इसे भी अकेले उपयोग नहीं किया जाता। गेहूँ के आटे को मकई या टैपियोका स्टार्च के साथ मिला कर भी गाढक बनाया जाता है। आटे में ग्लूटेन के रहने के कारण इस गाढक में आसजकता अधिक होती है और इस कारण यह ऐलीजरीन (alizerin) तथा उन रंगों के लिए जिनमें ऐल्यूमिना और लोहे के दौगिक रगस्थापक (mordants) के रूप में डाले गये हैं बहुत उपयुक्त होता है।

स्टार्च-गाढकों में दोष—छपाई करने के बाद गाढक को कपड़े पर से प्रायः धो कर निकालने की आवश्यकता पड़ती है। स्टार्च-गाढको के साथ यह कठिनाई होती है कि ये धोने से शीघ्र नहीं निकलते। मुलायम कपड़े पर इनके रहने से कड़ापन रहता है और यदि वे पूर्ण रूप से धो कर नहीं निकाले जाते तो कपड़े पर कड़ापन बना रहता है जो अच्छा नहीं समझा जाता। इस दोष के कारण स्टार्च-गाढक मुलायम कपड़ों की छपाई के लिए उपयोग नहीं किये जा सकते।

स्टार्च-गाढको में एक दूसरा दोष यह होता है कि क्षार की उपस्थिति में ये रबर की तरह के लचीले पदार्थ में परिणत हो जाते हैं। रंगों को अच्छी प्रकार विकसित करने तथा निखारने के लिए उनमें प्रायः क्षार पदार्थ मिलाना पड़ता है। अतः ऐसे रंगों के साथ भी स्टार्च-गाढको का उपयोग नहीं किया जा सकता। विशेष रूप से तैयार किये गये कुछ स्टार्च-गाढको पर क्षार का अधिक प्रभाव नहीं पड़ता और इन गाढको को ऐसे रंगों से छपाई करने में प्रयुक्त किया जा सकता है।

अग्रेजी गोद से बने गाढक—अग्रेजी गोद का उपयोग विभिन्न प्रकार के गाढक बनाने में व्यापक रूप से होता है। क्षार के प्रति ये गाढक अधिक टिकाऊ होते हैं। छपाई के बाद कपड़े पर से धो कर इन्हें सरलता से निकाला भी जा सकता है। अतः ये गाढक मुलायम तथा अन्य सभी प्रकार के कपड़ों के लिए उपयुक्त सिद्ध होते हैं। अग्रेजी गोद विभिन्न प्रकार के होते हैं। अतः इनसे विभिन्न कार्यों के उपयुक्त आवश्यक गुण वाले गाढक प्राप्त किये जा सकते हैं। इन गोदों में अपरिवर्तित स्टार्च की

विभिन्न मात्राएँ रहती है और उन्हीं के अनुसार इन्हे विभिन्न कार्यों के लिए उपयोग किया जाता है।

हलके भुने गोद में ४०-५० प्रतिशत तक अपरिवर्तित स्टार्च रहता है। इस गोद की पानी में २०-३० प्रतिशत सान्द्रता रहने पर यह लेई के रूप में रहता है और साधारणतः इसी सान्द्रता में उपयोग किया जाता है। मध्यम अवस्था तक भुने गोद में अपरिवर्तित स्टार्च की प्रतिशत मात्रा लगभग १०-२० प्रतिशत तक होती है। इससे बनाये गाढको का उपयोग क्षार कार्बोनेट की उपस्थिति में किया जा सकता है क्योंकि इन कार्बोनेटों का इस गोद पर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता। किन्तु कास्टिक क्षारों का प्रभाव इस गोद पर पड़ता है, अतः कास्टिक क्षारों की उपस्थिति में इससे बनाये गाढक नहीं उपयोग किये जा सकते।

पूर्ण भुने गोद में अपरिवर्तित स्टार्च या तो बिल्कुल नहीं रहता या बहुत सूक्ष्म मात्रा में रहता है। अतः इस गोद पर कास्टिक क्षार तथा क्षार कार्बोनेट दोनों का ही कोई प्रभाव नहीं पड़ता और इस कारण इससे बनाये गये गाढक दोनों की उपस्थिति में उपयोग किये जा सकते हैं। इस गोद की पानी में लगभग ५० प्रतिशत सान्द्रता होने पर उपयुक्त अवस्था की लेई प्राप्त होती है जो गाढक के रूप में छपाई के लिए रगों के साथ उपयोग की जा सकती है। बहुत अधिक अवस्था तक भुना गोद, जिसे कृत्रिम सेनेगल गोद कहते हैं, रेशमी कपड़ों की छपाई के लिए गाढक के रूप में बहुत उपयोग होता है। इसमें अपरिवर्तित स्टार्च बिल्कुल नहीं रहता; यह केवल सरल डेक्सट्रिनो का मिश्रण होता है। इस गोद की पानी में कम से कम ७०-७५ प्रतिशत सान्द्रता होने पर यह लेई के रूप में प्राप्त होता है और इस लेई को ही गाढक के रूप में रगों के साथ मिला कर छपाई के काम में लाया जाता है।

छपाई में उपयोग किये जाने वाले कुछ साधारण गाढकों के सूत्र तथा उनके बनाने की विधि नीचे दी जाती है —

गेहूँ का स्टार्च . . ३५० भाग

८% ट्रैगाकैथ गोद श्लेष्म . . . १००० भाग

(gum-tragacanth mucilage)

पानी . . १००० भाग

स्टार्च को पानी में निलम्बित कर फिर इसमें ट्रैगाकैथ श्लेष्म मिलाया जाता है। इस मिश्रण को विलोडक द्वारा बराबर चलाते हुए लगभग आध घंटे तक उबाला जाता है, फिर ठंडा कर कपड़े से छान लिया जाता है। इस प्रकार जो लेई प्राप्त होती है वह समाग होती है और छपाई के काम के लिए अच्छी होती है।

भास्मिक रंगो के साथ उपयोग होने के उपयुक्त एक गाढक का सूत्र नीचे दिया जाता है —

मकई का स्टार्च . ६३० भाग
 टैपियोका स्टार्च ३२० भाग
 ८% ट्रैगाकैथ गोद श्लेष्म २००० भाग
 पानी . ४००० भाग
 ऐसीटिक अम्ल (८०%) .. ४८० भाग

एक बंद कड़ाह की अन्दर की दीवारों पर तेल रगड़ कर ऊपर की सब वस्तुओं को उसमें डाल कर भली भाँति मिला दिया जाता है। दीवारों पर तेल लगा रहने से गाढक दीवारों पर चिपकने नहीं पाता। अब कड़ाह को गरम कर उसमें भरे पदार्थों के मिश्रण को उबाला जाता है। उबालते समय मिश्रण को बराबर विलोडित किया जाता है जिससे समाग लेई प्राप्त हो। लगभग पौन घंटे तक उबालने पर गाढक तैयार हो जाता है।

कुछ रंग ल्यूको* (leuco) अवस्था में छपाई की क्रिया में अवकृत किये जाते हैं, अथवा छपाई के कुछ पहले अवकृत किये जाते हैं। इनके साथ प्रयुक्त होने वाले गाढक क्षारीय होते हैं। अतः इन रंगों के लिए अंग्रेजी गोद से गाढक बनाये जाते हैं जो क्षार के प्रति स्थायी होते हैं। ऐसे एक गाढक का सूत्र नीचे दिया जाता है —

मध्यम अवस्था तक भुना अंग्रेजी गोद .. १०० भाग
 पोटैसियम कार्बोनेट .. ८४ भाग
 सोडियम फार्मैल्डीहाइड सल्फाक्सिलेट ४९ भाग
 ग्लिसरीन २५ भाग
 पानी . १७५ भाग

गोद को पानी के साथ मिला कर लगभग आध घंटे तक उबाला जाता है, फिर इसमें पोटैसियम कार्बोनेट डाल कर मिश्रण को पुनः १५ मिनट तक उबाला जाता है। अब इसे ठंडा कर इसमें सोडियम फार्मैल्डीहाइड सल्फाक्सिलेट तथा ग्लिसरीन मिला कर अच्छी प्रकार फेंट दिया जाता है। एक समाग लेई प्राप्त हो जाती है।

* कुछ रंग अवकृत अवस्था में रंगहीन होते हैं और इस अवस्था में इन्हें 'ल्यूको' कहते हैं।

सूती कपड़ों की छपाई के लिए एक अच्छे गाढक का सूत्र निम्न प्रकार है:—

मकई का स्टार्च .	५२ भाग
टैपियोका स्टार्च	१०४ भाग
डेक्सट्रिन	१४५ भाग
स्टियरिक अम्ल .	२ भाग
रिसासिनोल . .	७०० भाग
पानी . . .	९०० भाग

दोनों स्टार्चों, डेक्सट्रिन तथा स्टियरिक अम्ल को पानी के साथ मिला कर मिश्रण को लगभग आध घंटे तक उवाला जाता है। इसमें फिर रिसासिनोल मिला कर और फेंट कर समाग कर दिया जाता है। गाढक तैयार हो जाता है। यह गाढक दो दिनों से अधिक रखा नहीं जा सकता, क्योंकि दो दिनों के बाद यह रबर की तरह लचीला हो जाता है और छपाई के लिए उपयुक्त नहीं रहता। अतः इसे उसी समय बनाना चाहिए जब इस्तेमाल करना हो।

कुछ गाढक सेल्यूलोस यौगिकों से भी बनाये जाते हैं। ऐसा एक गाढक जो बाजारों में बिकता है कोलोरेजिन (colloresins) है। इसमें सेल्यूलोस का मेथाक्सी यौगिक रहता है। ऐसीटिल सेल्यूलोस को बोरिक या ग्लाइकोलिक अम्ल के साथ मिला कर भी गाढक बनाया जाता है जो छपाई में उपयोग किया जाता है।

जैसा पहले लिखा जा चुका है, छपाई बहुत अथ तक एक कला है जो केवल अनुभव द्वारा सीखी जा सकती है। अतः इच्छित प्रकार की छपाई प्राप्त करने के लिए किसी निर्धारित वैज्ञानिक विधि का बतला सकना सम्भव नहीं है।

अध्याय १८

विविध उपयोग

साबुन में भराऊ पदार्थ के रूप में स्टार्च का उपयोग प्रायः होता है। स्टार्च न तो साबुन के गुण में कोई विशेष वृद्धि करता है और न कोई हानि ही करता है। अतः यह साबुन में केवल एक भराऊ पदार्थ है और साबुन का वजन बढ़ाने के लिए ही उसमें मिलाया जाता है। दक्षिणी अमेरिका में साबुन में स्टार्च मिलाने का बड़ा प्रचलन है। प्रथम महायुद्ध (१९१४-१८) के समय जर्मनी में भी स्टार्च का उपयोग भराऊ पदार्थ के रूप में बहुत हुआ था। उन दिनों तेल और वसा की वहाँ कमी थी, इस कारण साबुन बनाने में आवश्यकता से कम मात्रा तेल और वसा की रख कर उसमें स्टार्च मिश्रित कर दिया जाता था। अब भी जर्मनी में आलू का स्टार्च थोड़ी मात्रा में इस काम के लिए उपयोग में लाया जाता है। अन्य देशों में चावल का स्टार्च अधिक उपयोग होता है। साधारण रीति से अधिक से अधिक १५ प्रतिशत तक स्टार्च साबुन में बिना कोई दोष उत्पन्न किये मिलाया जा सकता है, किन्तु स्वच्छ सफेद साबुनों में इससे कम मात्रा मिलानी चाहिए, क्योंकि अधिक स्टार्च से साबुन एकदम सफेद नहीं रहता, उसमें थोड़ा मटमैलापन आ जाता है।

कुछ लोगों का मत है कि स्टार्च के रहने से साबुन के फेन में तथा उसके स्थायीपन में वृद्धि होती है और इस कारण ऐसा साबुन सफाई अधिक करता है, किन्तु अन्य लोग इस मत से सहमत नहीं हैं। उनके अनुसार स्टार्च में सफाई करने (detergent) का कोई गुण नहीं होता, और इस कारण साबुन में इसे डालना केवल मिलावट करना है। कुछ लोगों के मत के अनुसार साबुन में स्टार्च का रहना रगीन और छपे कपड़ों की धुलाई के लिए हानिप्रद है। इनके अनुसार क्षार और स्टार्च की सम्मिलित क्रिया से रंग अवकृत हो कर निकल जाता है। अतः ऐसे साबुन, जिनमें स्टार्च रहता है, रगीन कपड़ों की धुलाई के लिए अनुपयुक्त होते हैं। किन्तु रगों पर स्टार्च का इस प्रकार का कोई प्रभाव पड़ता है अथवा नहीं, यह निश्चित रूप से सिद्ध नहीं किया जा सका है। जब तक प्रयोगों द्वारा यह नहीं सिद्ध किया जाता कि स्टार्च का रगों पर क्षार की उपस्थिति में क्या प्रभाव पड़ता है, तब तक इस सम्बन्ध में कोई निश्चित मत व्यक्त

नहीं किया जा सकता। अधिकांश लोगों के अनुभवों के आधार पर केवल मात्र इतना कहा जा सकता है कि स्टार्च का साबुन में रहना कोई हानि नहीं उत्पन्न करता और सम्भवतः कुछ लाभ ही करता है।

नहाने के साबुन में स्टार्च चूर्ण रूप में साबुन के छीलन में मिलाया जाता है। इस प्रकार के साबुन का एक सूत्र नीचे दिया जाता है —

साबुन की छीलन	...	१०० भाग
मकई का स्टार्च	...	२५ ”
केसिया तेल (Cassia oil)	.	० ८ ”
कैरावे तेल (Caraway oil)		० १ ”
जिरैनियम तेल (geranium oil)	..	० ४ ”

साबुन और स्टार्च के चूर्ण को पहले मिला लिया जाता है और फिर इसमें तेलों को अच्छी प्रकार मिश्रित कर साँचों में डाल कर बट्टियाँ बना ली जाती हैं।

जर्मनी में ‘व्यापारिक स्टार्च’ (commercial starch) के नाम से एक विशेष स्टार्च केवल साबुन में मिलाने के लिए बनाया जाता है। इस स्टार्च की लगभग २५-३० प्रतिशत मात्रा तक साबुन में मिलायी जा सकती है। इसके मिलाने से साबुन में से पानी उड़ने की मात्रा में कमी हो जाती है और साबुन जल्दी सूखने नहीं पाता। साथ ही इससे फेन भी अधिक निकलता है और वह टिकता भी अधिक है।

स्टार्च से एक नया यौगिक कुछ वर्षों पूर्व अमेरिका में बनाया गया है जिसमें कपड़ों की सफाई करने का अच्छा गुण होता है। इस यौगिक को मकई के स्टार्च से निम्न प्रकार से बनाया जाता है। मकई के स्टार्च को नमी की उपस्थिति में लगभग १२०° ताप पर गरम किया जाता है जिससे इसमें मौजूद प्रोटीन विच्छेदित हो जाय और स्टार्च का आंशिक जल-विश्लेषण हो जाय। इसे फिर कास्टिक सोडा के साथ दाब पर गरम किया जाता है जिससे इसमें मौजूद तेल साबुन में परिवर्तित हो जाता है। क्रिया के अन्त में कार्बन डाइ-आक्साइड प्रवाहित कर शेष बचे कास्टिक सोडा को उदासीन कर दिया जाता है। जो पदार्थ प्राप्त होता है उसमें साबुन की तरह मैल साफ करने का गुण होता है।

धुलाई में स्टार्च का उपयोग—धुलाई में स्टार्च का बड़ा उपयोग कपड़ों पर कड़ापन और चमक लाने के लिए किया जाता है। इस क्रिया को कलफ देना कहते हैं। इस काम के लिए स्टार्च को अकेले या मोम के साथ मिश्रित कर उपयोग किया जाता है।

कलफ देना भी एक कला है। एक ही कलफ के पदार्थ से एक कुशल धुलाई करने वाला कपड़ों पर बढिया कलफ और चमक उत्पन्न कर देता है, किन्तु दूसरा व्यक्ति जो

इस कला में निपुण नहीं है उसी कलफ के पदार्थ का उपयोग करने पर अपने कार्य में सफल नहीं होता।

कलफ के काम के लिए चावल के स्टार्च का उपयोग अधिक होता है। इस स्टार्च के कण महीन होते हैं और कपडों के धागों के बीच में शीघ्र प्रवेश कर जाते हैं तथा कपडों पर अच्छी चमक लाते हैं। इसके साथ ही इस स्टार्च में एक गुण यह भी है कि यह गर्मी तथा पसीने दोनों के प्रति अन्य स्टार्चों की अपेक्षा अधिक टिकाऊ है।

चावल के स्टार्च के अतिरिक्त अन्य स्टार्च तथा उनके मिश्रणों का उपयोग भी कलफ देने के लिए होता है। इन स्टार्चों में अन्य विभिन्न पदार्थ मिला कर इनके गुणों में इच्छित प्रकार का परिवर्तन किया जा सकता है। मकई के स्टार्च से बहुत कड़ा, दफ्ती की तरह का कलफ प्राप्त होता है। इसके विपरीत गेहूँ के स्टार्च से मुलायम कलफ प्राप्त होता है। इन दोनों को उचित अनुपात में मिला कर इच्छित कड़ापन उत्पन्न करने वाला कलफ प्राप्त किया जा सकता है।

कलफ देने की क्रिया में कपड़े को पहले साबुन और पानी से धो कर साफ किया जाता है। पानी से अच्छी प्रकार धोने के बाद जब कपड़े का सब साबुन निकल जाता है तब कलफ-मिश्रण को कपड़े पर डाला जाता है। साधारणतः कलफ-मिश्रण को पानी में घोल कर कपड़े को इसमें डुबा कर निकाल लिया जाता है। नील या जो रजक पदार्थ डालना होता है वह भी कलफ के विलयन में ही डाल दिया जाता है। अब कपड़े को सूखने के लिए फैला दिया जाता है। सूखने के बाद कपड़ों पर लोहा किया जाता है। लोहा करने पर कपड़े पर लगे स्टार्च-कण गर्मी द्वारा श्लिषीकृत हो जाते हैं और इसके फलस्वरूप कपड़े पर एक चमक आ जाती है। वास्तव में लोहा करने की क्रिया में केवल थोड़े से स्टार्च-कणों का ही श्लिषीकरण होता है, स्टार्च का अधिकांश भाग बिना श्लिषीकृत हुए ही रह जाता है। विलेय स्टार्च तथा अन्य परिवर्तित स्टार्च का उपयोग यदि कलफ देने के लिए किया जाता है तो कलफ अधिक अच्छा प्राप्त होता है और उसमें चमक भी अधिक होती है, क्योंकि लोहा करने पर इनका श्लिषीकरण बहुत शीघ्र हो जाता है। विलेय और परिवर्तित स्टार्च अपेक्षाकृत निम्न ताप पर ही श्लिषीकृत हो जाते हैं और इनमें धागों के बीच में प्रवेश करने की भी अच्छी शक्ति होती है। इन गुणों के कारण ही उनसे प्राप्त कलफ अच्छा और अधिक चमक वाला होता है।

कलफ-पदार्थ में थोड़ा सुहागा मिलाने से भी कपड़े पर कलफ बहुत अच्छा प्राप्त होता है और इसमें अधिक चिकनाहट और चमक भी होती है। विभिन्न प्रकार के कलफ के लिए सुहागे की विभिन्न मात्रा स्टार्च में मिलायी जाती है। साधारणतः स्टार्च की तोल से सुहागे की १ से १७ प्रतिशत तक मात्रा आवश्यकतानुसार मिलायी जाती है।

स्टार्च और मुहागे का कलफ़-मिश्रण बाज़ार में 'आभादायक स्टार्च' (gloss starch) के नाम से विकता है। मुहागे की वास्तव में कलफ़ में क्या रासायनिक क्रिया होती है, यह निश्चित रूप से अभी ज्ञात नहीं है।

मुहागे के अतिरिक्त कुछ अन्य खनिज पदार्थ भी प्रायः स्टार्च में कलफ़ देने के लिए मिश्रित किये जाते हैं। इन पदार्थों में चीनी मिट्टी, खड़िया आदि हैं। इनका मुख्य कार्य स्टार्च-कणों को कपड़ों पर अधिक स्थायी रूप से टिकाये रखना है। ये स्टार्च-कणों को कपड़ों पर मजबूती से बिपकाये रखते हैं और रगड़ द्वारा इन्हें झड़ कर शीघ्र गिरने नहीं देते।

प्रसाधन सामग्रियों में स्टार्च का उपयोग (Use of starch in cosmetics)—गेहूँ, मकई और चावल के स्टार्चों का उपयोग आजकल व्यापक रूप से प्रसाधन पाउडर तैयार करने में होता है। बहुत-से पाउडर जो चेहरे तथा शरीर के अन्य अंगों पर लगाने के लिए तैयार किये जाते हैं, केवल सुगन्ध मिश्रित स्टार्च चूर्ण ही होते हैं। प्रसाधन पाउडर बनाने के लिए स्टार्च का एकदम सूखा होना आवश्यक है। तभी इसमें तरलता (fluidy) आती है और चेहरे पर लगाने के लिए यह उपयुक्त होता है। चावल का स्टार्च पाउडर के रूप में उपयोग होने के लिए मकई और गेहूँ के स्टार्चों से अधिक उपयुक्त है। गेहूँ के स्टार्च में हलका नीलापन होता है और यह एकदम सफेद पाउडर नहीं देता। आलू के स्टार्च में दोष यह होता है कि इसके कण अपेक्षाकृत बड़े होते हैं, अतः पाउडर बहुत महीन नहीं हो सकता। इसमें दूसरा दोष यह होता है कि यद्यपि यह चिकना और चमकीला होता है पर इसमें सफेदी अच्छी नहीं होती।

चेहरे के लिए जो पाउडर बनते हैं उनमें स्टार्च के अतिरिक्त बहुत से अन्य पदार्थ भी मिश्रित किये जाते हैं। अच्छे पाउडरों में ५० प्रतिशत या इससे अधिक चावल का स्टार्च रहता है। पाउडर को सस्ता बनाने के लिए इसमें विभिन्न अनुपात में मकई का स्टार्च मिलाया जाता है। चेहरे के लिए बनाये गये पाउडरों में स्टार्च का उपयोग करना ठीक है अथवा नहीं इस सम्बन्ध में दो भिन्न मत हैं। कुछ लोगों का कहना है कि स्टार्च पसीने के सम्पर्क में आकर अम्लीय हो जाता है। पसीने की नमी और अम्लीयता से स्टार्च-कण फूलते हैं। अतः जब स्टार्च-कण त्वचा के रन्ध्रों (pores) में रहते हैं तो पसीने की नमी तथा अम्लीयता द्वारा फूल कर फैलते हैं और परिणामस्वरूप त्वचा के रन्ध्रों को भी फैलाते हैं। इस प्रकार प्रति दिन पाउडर लगाते रहने से त्वचा के रन्ध्र स्थायी रूप से अधिक बड़े हो जाते हैं। अब इनमें स्टार्च के अधिक बड़े कण भी प्रवेश कर सकते हैं। ये कण भी पसीने के प्रभाव से फूलते हैं और त्वचा के रन्ध्रों को और अधिक फैलाते हैं। इस रीति से कणों के फूलने के प्रभाव से त्वचा के रन्ध्र धीरे-धीरे स्थायी

रूप से बड़े होते जाते हैं। रुन्ध्रो के विस्फारित हो जाने के फलस्वरूप त्वचा का चिकनापन नष्ट हो जाता है और वह खुरदरी हो जाती है। स्टार्च के इस प्रभाव से त्वचा को सुरक्षित रखने के उद्देश्य से कुछ पाउडर बनाने वाले स्टार्च की पहले पानी के साथ गरम-कर कणों को फुला लेते हैं और फिर सुखा कर बहुत महीन पीसते हैं। पीसते समय इसमें थोड़ा मोम भी मिला देते हैं। स्टार्च-कण पहले से फूले होने के कारण पीसने की नमी से विशेष नहीं फूलते। साथ ही मोम की उपस्थिति से नमी का विशेष प्रभाव भी स्टार्च-कणों पर नहीं पड़ता। ऐसे स्टार्च से तैयार किये गये पाउडर अधिक सन्तोषप्रद समझे जाते हैं।

पाउडर के रूप में स्टार्च का त्वचा पर एक मत के अनुसार जो हानिकारक प्रभाव पड़ता है वह ऊपर बतलाया गया है। किन्तु इसके विरुद्ध दूसरा मत यह है कि इस प्रकार का कोई हानिकारक प्रभाव स्टार्च का त्वचा पर नहीं पड़ता। इस मत के अनुसार पाउडर साधारणतः त्वचा पर बहुत पतली पर्त के रूप में रहता है और थोड़े समय बाद ही धो कर निकाल दिया जाता है। अतः इतने थोड़े समय तक त्वचा के सम्पर्क में रहने से पाउडर के स्टार्च द्वारा त्वचा पर कोई हानिकारक प्रभाव पड़ने की सम्भावना नहीं जान पड़ती। फिर भी साधारण रीति से बच्चों के उपयोग के लिए तथा पीसीना सुखाने के लिए बनाये गये पाउडरों में स्टार्च का उपयोग नहीं किया जाता। इन पाउडरों में स्टार्च के स्थान में विभिन्न खनिज द्रव्य, जैसे टैल्क, जिंक आक्साइड, मैग्नीशियम और कैल्सियम कार्बोनेट, केओलिन (kaolin) या किसेलगुर (kieselguhr) तथा जिंक और मैग्नीशियम स्टियरेट उपयोग होते हैं। यद्यपि ये खनिज पदार्थ पानी के सम्पर्क में फूलते तो नहीं हैं पर इनके कणों के भी त्वचा के रुन्ध्रों के भीतर घुस कर उन्हें बन्द कर देने की सम्भावना रहती है।

कुछ क्रीम तथा इसी प्रकार की अन्य प्रसाधन वस्तुएँ बनाने में भी स्टार्च का उपयोग किया जाता है। ये वस्तुएँ ग्लिसरीन और स्टार्च के योग से साधारणतः बनायी जाती हैं। हाथ-पैरों की त्वचा के फटने पर लगायी जाने वाली एक क्रीम का सूत्र निम्न प्रकार है —

२० ग्राम स्टार्च को १३० घ० से० पानी तथा १३० घ० से० ग्लिसरीन के साथ मिला कर इतने समय तक गरम किया जाता है कि एक अर्ध-पारदर्शक जेली बन जाय। इस क्रीम में प्रायः जिंक आक्साइड मिला कर इसे प्रसाधन के काम में भी लाया जाता है।

दवाओं में स्टार्च पाउडर का उपयोग—स्टार्च चूर्ण में विभिन्न दवाएँ मिश्रित कर बहुत से ऐसे पाउडर बनाये जाते हैं जिनका चिकित्सा के सम्बन्ध में उपयोग होता है। स्टार्च में जिंक आक्साइड और बोरिक अम्ल मिला कर एक पाउडर बनाया जाता है जिसका उपयोग अस्पतालों में पट्टियों पर छिड़कने तथा चीर-फाड़ के बाद आस-पास

की त्वचा पर छिड़कने में बहुत होता है। त्वचा पर अँधौरियाँ निकलने तथा साधारण फुन्सियाँ निकलने पर भी यह पाउडर त्वचा पर छिड़का जाता है।

बाल उड़ाने वाले चूर्णों तथा क्रीमों में भी स्टार्च आधार के रूप में प्रायः उपयोग किया जाता है। कुछ धातु सल्फाइडों, जैसे बेरियम सल्फाइड, जिंक सल्फाइड आदि में त्वचा के बाल उड़ाने का गुण होता है, किन्तु यदि ये सल्फाइड अकेले शुद्ध रूप में उपयोग किये जाते हैं तो त्वचा को हानि पहुँचाते हैं। अतः स्टार्च या अन्य किसी अक्रिय पदार्थ के साथ मिश्रित कर चूर्ण रूप में या जेली के रूप में इन सल्फाइडों को इस्तेमाल किया जाता है। मकई के स्टार्च का इस काम के लिए उपयोग होता है, किन्तु इसके साथ एक दोष यह है कि पानी और सल्फाइड मिलाने पर यह बहुत गाढ़ा हो जाता है। इस दोष के कारण बाल उड़ाने वाले अच्छे पाउडरों में स्टार्च के स्थान में हल्के प्रकार के मैग्नीशियम कार्बोनेट का अधिक उपयोग होता है।

दवाओं की गोलियाँ बनाने में भी स्टार्च का उपयोग होता है। इस काम में स्टार्च का उपयोग दो उद्देश्यों की पूर्ति करता है। पहला तो यह कि स्टार्च दवा के चूर्ण के कणों को परस्पर जुटा कर गोली के रूप में परिणत होने में सहायक होता है, और दूसरा यह कि गोली के ऊपर इसका एक आवरण होने से यह नमी तथा वायु से गोली की रक्षा करता है। ऐस्पिरिन (aspirin) की टिकियाँ बनाने में स्टार्च का उपयोग एक अन्य प्रयोजन से भी किया जाता है। ये टिकियाँ ऐंसीटिल सैलीसिलिक अम्ल (जिसे ऐस्पिरिन कहते हैं) को स्टार्च में मिश्रित कर तथा आवश्यकतानुसार कोई अन्य दवा भी मिला कर (कैफीन भी प्रायः मिलायी जाती है) बनायी जाती हैं। ये टिकियाँ जब सिर के दर्द आदि में निगल ली जाती हैं तो आमाशय में पहुँच कर इन का स्टार्च शीघ्र पानी शोषित कर फूलता है। स्टार्च के फूलने के कारण टिकियों के भीतर एक खिंचाव उत्पन्न होता है जिसके फलस्वरूप टिकियाँ शीघ्र टूट कर चूर्ण में परिणत हो जाती हैं। स्टार्च का यह कार्य खाने की दवाओं की गोलियों में बहुत महत्त्व का है।

कुछ स्टार्चों में यह गुण है कि जब उनकी लेई ठण्ठक द्वारा जमा दी जाती है तो वे स्पंज की तरह के पदार्थ में परिणत हो जाते हैं। इस गुण का उपयोग स्टार्च से मुलायम तथा लचीली पट्टी बनाने में लिया जाता है। यह पट्टी शरीर के भीतर के भागों की चीर-फाड़ में डाक्टरों द्वारा उपयोग की जाती है, क्योंकि इसमें केवल स्टार्च होने के कारण यह शरीर के ऊतकों द्वारा धीरे-धीरे अन्दर शोषित की जा सकती है और उससे कोई हानि नहीं होती।

बाहरी घावों के लिए विभिन्न मलहम तैयार करने में भी स्टार्च का उपयोग होता है। स्टार्च में फार्मैल्डीहाइड मिला कर एक मलहम आजकल बहुत बनाया जाता है जो

बाजार में 'ऐमिलोफार्म' (amyloform) के नाम से बेचा जाता है। घावों तथा फुन्सियों के लिए यह अच्छा मलहम है।

बागबानी में स्टार्च का उपयोग (Use of starch in horticulture)—फलों, तरकारियों तथा कृषि के पौधों को हानि पहुँचाने वाले बहुत से कीट-पतंगों को मारने के लिए विभिन्न सूखे पाउडरों में स्टार्च का उपयोग होता है। इन पाउडरों में स्टार्च के साथ कोई कीटनाशक पदार्थ मिला रहता है। उदाहरणार्थ, स्टार्च में सुहागा, सोडियम क्लोराइड और लेड आर्सिनेट मिला कर एक पाउडर बनाया जाता है जिसे गुबरैलो (beetles) तथा अन्य कीड़ों पर छिड़कने से वे मर जाते हैं।

फफूँदों, जीवाणुओं तथा पौधों को हानि पहुँचाने वाले अन्य अणुजीवों को नष्ट करने के हेतु छिड़क कर इस्तेमाल करने के लिए विभिन्न विलयन बनाये जाते हैं। इन विलयनों में भी स्टार्च का उपयोग किया जाता है। इनमें फफूँद, जीवाणु आदि को मारने के लिए कोई विषैला पदार्थ रहता है और उसके साथ कोई एक ऐसा पदार्थ और रहता है जो विलयन को पत्तियों की सतह तथा तनों की दरारों पर फैलने में सहायक होता है। साधारण पानी के विलयन से पत्तियाँ भीगती नहीं हैं। इस काम के लिए विलेय स्टार्च या डेक्सट्रिन का उपयोग अधिकतर होता है। इनकी उपस्थिति से पत्तियाँ ठीक से भीग जाती हैं और फिर विलयन का विष पत्तियों की पूरी सतह पर फैल कर उनके सम्पर्क में आ जाता है और वहाँ उपस्थित अणुजीवों पर अपना प्रभाव डालता है।

विस्फोटक तथा ईंधन के सम्बन्ध में स्टार्च का उपयोग (Use of starch in explosives and fuels)—विभिन्न विस्फोटक बनाने में स्टार्च का उपयोग होता है। इस काम में स्टार्च का उपयोग दो प्रयोजनों से किया जाता है। एक तो विस्फोटक पदार्थों के कणों को परस्पर जुटा कर उन्हें विभिन्न ठोस रूप देने में और दूसरा विस्फोटक पदार्थों की विस्फोटन शक्ति को नियन्त्रित रखने में। बहुत से विस्फोटक पदार्थ इतने शक्तिशाली विस्फोटक होते हैं कि उन्हें रखने तथा शुद्ध रूप में उपयोग करने में बड़ा भय रहता है। इन पदार्थों के साथ कोई अक्रिय पदार्थ मिला देने से इनकी विस्फोटन शक्ति घट जाती है और तब ये बिना विशेष भय के प्रयोग में लाये जा सकते हैं। एक अक्रिय पदार्थ होने से इस काम के लिए स्टार्च का बहुत उपयोग होता है। डाइनमाइट इसी प्रकार से नाइट्रोग्लिसरीन से बनाया जाता है। इसमें तीन भाग स्टार्च और एक भाग नाइट्रोग्लिसरीन रहता है। नाइट्रोग्लिसरीन शुद्ध रूप में इतना तीव्र विस्फोटक है कि हलका सा भी धक्का या झटका लगने पर

विस्फोटित हो जाता है। अतः स्टार्च के साथ मिला कर इसकी विस्फोटन शक्ति को नियन्त्रित करने के बाद ही इसका उपयोग सुरक्षित रूप से किया जाता है।

कुछ अधिक प्रचलित विस्फोटक जिनमें स्टार्च का उपयोग अक्रिय पदार्थ के रूप में उनके विस्फोटन को नियन्त्रित करने या उनके अवयवों को परस्पर जुटा कर उन्हें कोई ठोस रूप देने के लिए किया जाता है, निम्न है —

ऐबेलाइट (Abelite)—इसमें स्टार्च, ऐमोनियम नाइट्रेट, टी० एन० टी० (ट्राइ-नाइट्रोटात्युईन) और सोडियम क्लोराइड रहता है।

ऐमोनिया डाइनमाइट (Ammonia dynamite) में २० प्रतिशत नाइट्रो-ग्लिसरीन, ६० प्रतिशत चावल का स्टार्च या आटा और शेष ऐमोनियम नाइट्रेट और सोडियम नाइट्रेट रहता है।

बोबीनाइट (Bobbinite) में, जो एक प्रकार की बारूद है, स्टार्च और पैराफिन मोम अन्य विस्फोटक पदार्थों के साथ रहता है।

कार्बोनाइट (Carbonite) में विस्फोटक पदार्थों के साथ चावल या गेहूँ का स्टार्च मिश्रित रहता है। यह एक विस्फोटक है जिसका कोयले की खदानों में विस्फोटन के लिए उपयोग होता है।

फुलगुराइट (Fulgurite) विस्फोटक में ४० प्रतिशत तक गेहूँ का स्टार्च रहता है।

अक्रिय पदार्थ के रूप में उपयोग होने के अतिरिक्त स्टार्च से सीधे विस्फोटक पदार्थ भी बनाया जाता है। स्टार्च को नाइट्रिक अम्ल से अमिश्रित करने पर स्टार्च नाइट्रेट यौगिक बनता है जो एक तेज विस्फोटक है। स्टार्च नाइट्रेट बनाने की विधि अध्याय १२ में बतलायी जा चुकी है। स्टार्च नाइट्रेट बाजार में नाइट्रोस्टार्च के नाम से बिकता है। नाइट्रोस्टार्च से बनाये जाने वाले विस्फोटकों में से दो का सूत्र नीचे दिया जाता है —

(१) नाइट्रोस्टार्च	.. ५० प्रतिशत
सोडियम नाइट्रेट	... ४७ ५ "
कोई तेल	. . १ ५ "
सोडियम बाइ-कार्बोनेट	... १ ० "

ऊपर के मिश्रण से बने विस्फोटक का चूने के पत्थर तथा ग्रेनाइट की खुदाई में बहुत उपयोग होता है।

(२) नाइट्रोस्टार्च	१५ प्रतिशत
ऐमोनियम नाइट्रेट	७५ ”
टी० एन० टी०	५ ”
कोयले का चूर्ण	३ ”
ऐल्यूमिनियम चूर्ण	१ ”
तेल (कोई भी)	१ ”

ऊपर के मिश्रण से बना विस्फोटक शीघ्र विस्फोटित नहीं होता। इसका उपयोग उन खदानों में किया जाता है जहाँ आग का अधिक भय रहता है।

विभिन्न प्रकार के पटाखे तथा दियासलाई बनाने में भी स्टार्च का उपयोग किया जाता है। दियासलाई के मसाले में लगभग १५ प्रतिशत तक स्टार्च मिलाया जाता है। स्टार्च के रहने से मसाला तीलियों पर ठीक से चिपकता है। इसका दूसरा लाभ यह होता है कि जब दियासलाई जलायी जाती है तो मसाले में मौजूद स्टार्च दियासलाई को जलती रखने में सहायक होता है और ईंधन का काम करता है।

खदानों में तथा घरों में भी तोड़ते समय बहुत सा कोयला चूर रूप में हो जाता है, और इस रूप में ईंधन के काम में इसे लाने में कठिनाई होती है। कोयले के इस चूर में स्टार्च मिला कर इसकी टिकियाँ बना ली जाती हैं जो फिर ईंधन के रूप में सरलता से जलाने के काम में आ जाती हैं। इस प्रकार बहुत सा व्यर्थ कोयला जलाने के उपयोग में आ जाता है।

कोयले की धुलाई में पानी के साथ बह कर कोयले के महीन कण निकल जाते हैं। ये कण पानी में मिट्टी तथा अन्य अपद्रव्यों के साथ निलम्बित अवस्था में रहते हैं और उन्हें पृथक् करना कठिन होता है। इस निलम्बन में यदि स्टार्च मिला दिया जाता है तो कोयले के महीन कण स्टार्च के साथ परस्पर जुट कर एकत्रित हो जाते हैं और नीचे तली में बैठ जाते हैं। इस प्रकार स्टार्च की सहायता से कोयले के कण टिकियों के रूप में परिवर्तित कर ईंधन के काम में लाये जाते हैं।

स्टार्च के कुछ अन्य उपयोग—स्टार्च का उपयोग झील तथा समुद्र के पानी से नमक निकालने में भी किया जाता है। झील या समुद्र के पानी में, जिसमें नमक घुला रहता है, मिट्टी भी पर्याप्त मात्रा में निलम्बित अवस्था में रहती है। इस पानी में थोड़ा श्लिषीकृत स्टार्च मिला देने से निलम्बित मिट्टी शीघ्र नीचे तली में तलछट के रूप में बैठ जाती है और ऊपर से स्वच्छ पानी को निधार कर अलग किया जा सकता है। इस पानी को फिर धूप में सुखा कर इससे घुला नमक प्राप्त कर लिया जाता है।

तेल के कुओं की खुदाई में भी स्टार्च का उपयोग किया जाता है। कुओं की

खुदाई में मिट्टी के अवयवों को कलिलीय अवस्था (colloidal state) में रखने की आवश्यकता पड़ती है, क्योंकि यदि मिट्टी पानी के साथ निलम्बित अवस्था में न रह कर जमने लगती है तो खुदाई के समय कुओं में जो नल लगाये जाते हैं उनके छेदों में जम कर छेदों को बन्द कर देती है। यदि मिट्टी में स्टार्च मिला दिया जाता है तो मिट्टी कलिलीय अवस्था में बनी रहती है और जमती नहीं।

कास्टिक सोडा के कारखानों में, जहाँ चूने से कास्टिक सोडा बनाया जाता है, स्टार्च का उपयोग अवक्षेप को शीघ्र नीचे तली में बैठाने के लिए किया जाता है। स्टार्च की लगभग ०.०१ प्रतिशत मात्रा मिला देने से अवक्षेप बहुत शीघ्र नीचे बैठ जाता है।

स्टार्च से एक स्नेहक (lubricant) बनाया जाता है जो उन उपकरणों तथा यन्त्रों में उपयोग होता है जिनमें वसा को घुलाने वाले विलायकों को भरने की आवश्यकता होती है। यह स्नेहक निम्न प्रकार से बनाया जाता है—९ भाग विलेय स्टार्च को २२ भाग ग्लिसरोल में मिला कर मिश्रण को १४०° से ० ग्रे० ताप पर तब तक गरम किया जाता है जब तक समाग जेली नहीं प्राप्त हो जाती। यह जेली उपकरणों की रोधनियों (stop cocks) को चिकना रखने के लिए उन पर लगायी जाती है।

कठोर जल को मृदु बनाने के लिए भी स्टार्च का उपयोग होता है। नीचे एक सूत्र दिया जाता है जिसका बहुत उपयोग सेनाओं द्वारा पानी को मृदु करने के लिए किया जाता है —

सोडा भस्म	...	७६ प्रतिशत
ट्राइसोडियम फास्फेट	..	१० ”
स्टार्च (या डेक्सट्रिन)	...	१ ”
पानी	...	११ ”
टैनिक अम्ल	..	२ ”

विभिन्न प्रकार की ढलाई में तथा मोमजामा बनाने में स्टार्च चूर्ण का उपयोग फफूंदों की वृद्धि को रोकने के लिए होता है। साँचों के चारों ओर स्टार्च चूर्ण छिड़क देने से ढलाई अधिक ठीक होती है और ढलाई पदार्थ साँचों पर चिपकने नहीं पाता। मोमजामे पर स्टार्च चूर्ण छिड़क देने से फफूंदों का आक्रमण इस पर नहीं होता।

विनिल ऐसीटेट से बहुलकीकरण द्वारा प्लास्टिक बनाये जाते हैं। इसमें थोड़ा स्टार्च डाला जाता है जो आकीर्णक का काम करता है।

स्टार्च को डाइमेथिल सल्फेट से अभिकृत कर डाइमेथिल स्टार्च प्राप्त किया जाता है जिसका उपयोग रबर के दूध को क्रीम के रूप में परिवर्तित करने के लिए किया जाता

है। खर के सामानो को सुरक्षित रखने के लिए उन पर स्टार्च चूर्ण छिड़का जाता है।

सीमेट के जोड़ने के गुण में वृद्धि करने के लिए स्टार्च सीमेट में भी मिलाया जाता है। ४० प्रतिशत सोडियम कार्बोनेट के विलयन में ६ भाग स्टार्च मिला कर इस निलम्बन को सीमेट में मिलाने से सीमेट के जोड़ की मजबूती बढ़ जाती है।

चमड़े के उद्योग में चमड़े को चिकना बनाने में स्टार्च का उपयोग होता है।

बैटरी की शुष्क सेल (dry cells) में स्टार्च कई प्रकार से उपयोग किया जाता है। सेल की दीवारों पर जो लेबल चिपकाया जाता है उसे चिपकाने के लिए चावल के स्टार्च में थोड़ा ऐमोनियम क्लोराइड और जिंक क्लोराइड मिला कर आसजक बनाया जाता है। सेल के भीतर जो मसाला भरा जाता है वह लेई के रूप में रखा जाता है। इस मसाले को लेई के रूप में रखने के लिए इसमें चावल का स्टार्च मिलाया जाता है। शुष्क सेल का मसाला बनाने का एक सूत्र निम्न प्रकार है —

दो विलयन पहले अलग अलग बनाये जाते हैं। एक विलयन में जिंक क्लोराइड की अधिक मात्रा तथा ऐमोनियम क्लोराइड की थोड़ी मात्रा घुली रहती है। दूसरे विलयन में अधिक ऐमोनियम क्लोराइड, थोड़ा जिंक क्लोराइड और थोड़ा स्टार्च रहता है। इन दोनों विलयनों को उचित अनुपात में मिला कर रखने पर मिश्रण एक निश्चित समय के भीतर जम जाता है। यही जमा मसाला शुष्क सेल में भरा जाता है।

चावल के स्टार्च का एक महत्व का उपयोग दीप्त पेण्ट (luminous paints) बनाने में है। दीप्त पेण्ट बनाने के लिए जो पदार्थ उपयोग किये जाते हैं उन्हें बहुत शुद्ध लेना पड़ता है। यदि थोड़ा भी पदार्थों में अपद्रव्य मिला रहता है तो दीप्ति के रंग में अन्तर आ जाता है तथा चमक में कमी हो जाती है। दीप्त पेण्ट साधारणतः भारी धातुओं के सल्फाइडों से बनाये जाते हैं। इन सल्फाइडों में यह गुण होता है कि अँधेरे में ये दीप्ति विकीर्ण करते हैं। दीप्त पेण्ट बनाने के लिए निर्धारित धातु सल्फाइडों को स्टार्च के साथ गरम किया जाता है। स्टार्च अवकारक का काम करता है और धातु सल्फाइडों को कुछ अंश तक अवकृत कर देता है। इस रूप में ये सल्फाइड दीप्ति अधिक अच्छी देते हैं। चावल का स्टार्च इस काम के लिए अन्य स्टार्चों से अधिक उपयुक्त इस कारण से होता है कि इसमें लोहे के यौगिकों की अपद्रव्यता रहने की सम्भावना सब से कम रहती है।

लाक्षक पेण्ट (लैकर पेण्ट, lacquer paints) में आजकल स्टार्च के ईथर तथा एस्टरो का उपयोग सेल्यूलोस एस्टरो की अपेक्षा अधिक होता है। नाइट्रोस्टार्च का उपयोग भी इस काम के लिए बहुत होता है।

स्टार्च को फार्मैल्डीहाइड से अभिकृत कर एक पारदर्शक प्लास्टिक भी बनाया जाता है। इसे बनाने के लिए स्टार्च में फार्मैल्डीहाइड मिला कर वायु की अनुपस्थिति में इतना गरम किया जाता है कि मिश्रण आयोडीन के साथ नीला रंग देना बन्द कर दे। यह प्लास्टिक ऊँचे ताप पर मुलायम हो जाता है और विभिन्न आकारों में ढाला जा सकता है।

स्टार्च से छपाई के बेलन भी आजकल बनाये जाते हैं। २५ भाग स्टार्च को ३० भाग मैग्नीशियम-ग्लिसरीन चाशनी में मिला कर २४ घण्टे तक रख दिया जाता है। इसे फिर साँचों में ढाल कर बेलनों के रूप में ढाला जाता है। ये बेलन प्रेसों में छपाई के लिए उपयोग में आते हैं।

स्टार्च से अनेक रासायनिक यौगिक भी आजकल प्राप्त किये जाते हैं। ग्लूकोस और माल्टोस की चर्चा पीछे की जा चुकी है। व्यवसाय में सारबिटॉल (sorbitol) भी आजकल स्टार्च से बनाया जाता है। स्टार्च को उचित सीमा तक जल-विश्लेषित करने और फिर निकेल की उपस्थिति में 100° वायुमण्डल के दाब पर लगभग 200° ताप पर हाइड्रोजनीकृत करने पर सारबिटॉल बनता है।

स्टार्च-उद्योग के उपजात और उनका उपयोग

विभिन्न वस्तुओं से स्टार्च बनाने में विभिन्न उपजात (उपद्रव्य) प्राप्त होते हैं। कुछ उपजातों का कोई उपयोग नहीं है और उन्हें फेंकने की एक समस्या रहती है। कुछ उपजात उपयोगी हैं और उन्हें उपयोग में लाया जाता है।

मकई का स्टार्च बनाने में निम्न उपजात प्राप्त होते हैं —सूखा ग्लूटेन, चोकर, अकुर की खली और तेल। तेल लगभग ३ प्रतिशत तक मकई की तोल के अनुपात से प्राप्त होता है। यह तेल पेण्ट बनाने, साबुन बनाने तथा अन्य विभिन्न कामों में आता है। स्टार्च बनाने की क्रिया में जो पानी अनाज को धोने, स्टार्च को निलम्बित करने तथा धोने के लिए प्रयोग किया जाता है उसमें मकई में वर्तमान खनिज लवण और अधिकांश विलेय प्रोटीन घुली रहती है। इस धोवन को सान्द्र कर जानवरों के चारे में मिला कर जानवरों को खिला दिया जाता है। प्रायः धोवन को पूर्ण वाष्पित कर इसमें घुले खनिज लवण और प्रोटीन को ठोस रूप में पृथक् भी प्राप्त किया जाता है और यीस्ट तथा अन्य फफूंदों और जीवाणुओं के कल्चर बनाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। प्रायः धोवन में से उसमें घुले पदार्थों को चूने द्वारा अवक्षेपित कर पृथक् किया जाता है और फिर इसे प्रेसों में दबा कर बट्टी (cake) के रूप में प्राप्त किया जाता है।

मकई का ग्लूटेन (प्रोटीन) विभिन्न शुद्धता का बाज़ार में बिकता है। अधिक शुद्ध रूप जो जलीय ऐलकोहल में विलेय होता है जीन (zein) होता है। मकई से प्राप्त प्रोटीनों का मुख्य उपयोग प्लास्टिक बनाने में भराऊ पदार्थ के रूप में है। इन प्रोटीनों का प्राकृतिक तथा संश्लेषित दोनों ही प्रकार के रेजिनो (resins) में उपयोग किया जा सकता है।

जीन केवल मकई से ही उपजात के रूप में प्राप्त होता है और बाज़ारों में सफेद चूर्ण के रूप में बिकने के लिए रखा जाता है। यह स्वाद तथा गन्धरहित होता है। इस पर प्रकाश का कोई प्रभाव नहीं पड़ता और गर्मी से यह सुघट्य हो जाता है। यह अज्वलनशील होता है और बिजली के लिए अच्छा पृथक्कारी (insulator) है। यह अजल ऐलकोहल तथा अन्य कार्बनिक विलायकों में अविलेय है। तनु अम्लों तथा तनु क्षारों में भी यह नहीं घुलता। यह जलीय ऐलकोहल, गलित फीनोल, यूरिया के

सान्द्र विलयन तथा कास्टिक क्षार के सान्द्र विलयन में विलेय होता है। जीन का उपयोग काँच की तरह के पारदर्शक प्लास्टिक बनाने में, आसजक बनाने में तथा कागज का सज्जीकरण करने में होता है।

गेहूँ से स्टार्च बनाने में सबसे महत्त्व का उपजात ग्लूटेन है। यह मधुमेह के रोगियों के लिए भोजन बनाने, जानवरों को चारे के साथ खिलाने, कपड़े की छपाई में रंगों के साथ गाढ़क के रूप में मिलाने तथा सज्जक और आसजक बनाने के काम में आता है। इसका नियंत्रित अवस्था में किण्वन कराने से एक पदार्थ प्राप्त होता है जो बड़ा अच्छा सज्जक (sizing material) होता है। ग्लूटेन को तुरन्त सुखा कर रखा जाता है। यदि यह दो-तीन दिनों तक गीला रहता है तो विच्छेदित हो जाता है।

ग्लूटेन से आजकल बड़ी मात्रा में सोडियम ग्लूटामेट (ग्लूटामिक अम्ल का सोडियम लवण) भी बनाया जाता है। सोडियम ग्लूटामेट का स्वाद बहुत अंश तक मांस के रस से मिलता है। इस कारण इसका बड़ा उपयोग आजकल सूप तथा अन्य पेय बनाने में होता है।

आलू से स्टार्च निकालने के बाद अन्त में एक लुगदी उपजात के रूप में बच रहती है। इसमें थोड़ा चूना मिला कर फिल्टर प्रेसो द्वारा छानने से इसका अधिकांश पानी निकल जाता है और बट्टी के रूप में खली प्राप्त होती है। यह खली चारे के साथ जानवरों को खिलाने के लिए पौष्टिक भोजन है।

आलू से स्टार्च बनाने की क्रिया में जो घौवन प्राप्त होता है उसमें आलू के खनिज लवण तथा कुछ प्रोटीन घुली रहती है। इस घौवन में हवा प्रवाहित करने से इसकी समस्त प्रोटीन फेन के साथ ऊपर आ जाती है। फेन को पृथक् कर फिर इसमें से प्रोटीन अलग निकाल ली जाती है।

मकई, गेहूँ और आलू से जो प्रोटीन उपजात के रूप में प्राप्त होती है उनसे विभिन्न ऐमिनो अम्ल (amino acids) भी बनाये जाते हैं। इन प्रोटीनों को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा जल-विश्लेषित करने पर इनके ऐमिनो अम्ल पृथक् हो जाते हैं। फिर विलयन को उपयुक्त pH पर ला कर विभिन्न ऐमिनो अम्ल अवक्षेपित कर लिये जाते हैं। ल्यूसीन, टाइरोसिन आदि ऐमिनो अम्ल इन्हीं उपजात प्रोटीनों से आजकल प्राप्त किये जाते हैं।

स्टार्च तथा स्टार्च-पदार्थों का परिरक्षण

अच्छा भोजन पदार्थ होने के कारण स्टार्च पर और इससे बनाये गये विभिन्न पदार्थों पर फफूंद और जीवाणु शीघ्र फैलते हैं और इनके फैलने पर पदार्थ खराब हो जाते हैं। स्टार्च पर आक्रमण करने वाले अणुजीव तीन प्रकार के होते हैं—(१) फफूंद (fungi), (२) बैसिलस कोलाई (Bacillus coli) और (३) ऊष्मा-जीवाणु (thermophilic bacteria)। स्टार्च पर आक्रमण करने वाले अणुजीवों की संख्या बहुत अश तक इस बात पर भी निर्भर करती है कि स्टार्च को बनाते समय उसे किन रासायनिक पदार्थों से उपचारित किया गया है। साधारण रीति से यह देखा गया है कि आक्सीकृत स्टार्च में जीवाणु कम आक्रमण करते हैं। यह भी देखा गया है कि यदि स्टार्च को हवा में धीमी गति से सुखाया जाता है तो इसमें जीवाणु बहुत शीघ्र आ जाते हैं, किन्तु यदि स्टार्च को ऊँचे ताप पर शीघ्र सुखा दिया जाता है तो जीवाणु जल्दी इस स्टार्च पर आक्रमण नहीं करते।

स्टार्च को ठण्डी और सूखी जगह में रखने से इसमें जीवाणुओं की संख्या घट जाती है, किन्तु जब काम में लाने के लिए इसमें पानी मिलाया जाता है तो इसमें मौजूद जीवाणु क्रियाशील हो कर शीघ्र वृद्धि करते हैं और फलस्वरूप उनकी संख्या में तेजी से वृद्धि होती है। बेजोइक अम्ल और पैराफार्मैल्डीहाइड का मिश्रण जीवाणुओं की वृद्धि रोकने के लिए अच्छा सिद्ध हुआ है। फफूंदों के आक्रमण से स्टार्च को बचाने के लिए ताँबे के लवण उपयोगी होते हैं।

भोजन पदार्थों के अर्थ में उपयोग होने वाले स्टार्च में जीवाणुओं का रहना हानिकारक है, क्योंकि इन जीवाणुओं से विभिन्न प्रकार के रोग उत्पन्न होने की सम्भावना रहती है। अतः भोजन की वस्तुओं के सम्बन्ध में काम में लाये जाने वाले स्टार्च को जीवाणुरहित रखना व्यवसाय में एक महत्त्व की समस्या है। ऊष्मा-जीवाणु ताप के प्रति उदासीन रहते हैं, अतः स्टार्च को इन जीवाणुओं से रहित करना एक बड़ी कठिन समस्या होती है। ऊष्मा-जीवाणु को कम करने की एक विधि यह है कि बनाते समय स्टार्च में पानी का अश दो प्रतिशत से अधिक न रखा जाय और अन्त में स्टार्च को १२२°

से० ग्रे० ताप पर लगभग तीन घण्टे तक गरम किया जाय। इस विधि से स्टार्च के समस्त जीवाणु नष्ट हो जाते हैं। यदि स्टार्च में ५ प्रतिशत या इससे अधिक पानी रहता है तो स्टार्च को १००° से० ग्रे० से ऊँचे ताप पर गरम करने से स्टार्च जल-विच्छेदित हो जाता है और इसमें मौजूद जीवाणु भी पूर्ण रूप से नष्ट नहीं होते।

स्टार्च को नमी और गर्म स्थान में नहीं रखना चाहिए। बहुत से फफूंदों के स्पोर वायु द्वारा उड़ कर भोजन पदार्थों पर पहुँचते हैं और यदि उन्हें उपयुक्त नमी और गर्मी मिल जाती है तो वे वही उग कर फैलते हैं।

स्टार्च से कोई भी पदार्थ बनाते समय सब से मुख्य बात यह है कि सफाई का विशेष रूप से ध्यान रखा जाय। साथ ही जिन डब्बों या बर्तनों में पदार्थ को बन जाने के बाद रखा जाय उन्हें भी इस प्रकार उपचारित कर लिया जाय कि उनमें जीवाणु तथा फफूंदों के स्पोर न रहने पाये। विभिन्न पदार्थों को परिरक्षित रखने के लिए उनमें विभिन्न परिरक्षक भी डाले जाते हैं और इन पदार्थों को जिन बर्तनों में रखना होता है उन्हें भी विभिन्न प्रकार से उपचारित कर लिया जाता है। उदाहरणार्थ, उन पीपों या डब्बों को जिनमें स्टार्च आसजक या सज्जक भर कर रखना होता है, पहले थोड़ा कास्टिक क्षार और एक प्रतिशत फार्मैल्डीहाइड मिश्रित पानी से भली भाँति धोया जाता है और फिर पीपों को उलटा कर उनमें गरम भाप प्रवाहित की जाती है। इस विधि से उपचारित होने पर पीपों के अन्दर के सब अणुजीव नष्ट हो जाते हैं। पीपों में भेरा (steaming) उसी समय देना चाहिए जिस समय वस्तु को भरना हो। लकड़ी के बने पीपों को उपचारित करने के बाद उनके अन्दर की सतह पर प्रायः मोम की एक पतली पर्त लगा दी जाती है। इससे भी फफूंदों का आक्रमण पदार्थ पर शीघ्र नहीं होने पाता।

स्टार्च से सज्जक बनाने में ताप साधारणतः १००° से० ग्रे० के आसपास रखा जाता है। इस ताप पर बहुत से फफूंदों के स्पोर नष्ट नहीं होते। सज्जकों में प्रायः ब्यूट्रिक जीवाणु भी पहुँच जाते हैं जो स्टार्च को किण्वित कर ब्यूट्रिक अम्ल में परिवर्तित कर देते हैं। वायु से अन्य जीवाणु तथा फफूंदों के स्पोर भी सज्जकों में पहुँच कर उनके स्टार्च को जल-विश्लेषित कर देते हैं। कपड़ों पर जब स्टार्च सज्जक लगाया जाता है तो यह हवा से धीरे-धीरे नमी सोखता है और जब नमी की मात्रा ८-१० प्रतिशत हो जाती है तब कपड़े पर लगे सज्जक पर कुछ फफूंद आक्रमण कर वृद्धि करते हैं। अतः सज्जकों में परिरक्षण के लिए विभिन्न रासायनिक पदार्थों का उपयोग किया जाता है। इन पदार्थों में निम्न मुख्य हैं — जिंक क्लोराइड, जिंक सल्फेट, बेरियम क्लोराइड, सोडियम क्लोराइड, फीनोल, क्रेसाइलिक अम्ल, फार्मैल्डीहाइड, सैलीसिलिक अम्ल

और मैग्नीशियम क्लोराइड। फीनोल और क्रेसाइलिक अम्ल में तेज गंध होती है जिसके कारण इनका उपयोग कपड़े के सज्जको में तथा उन आसज्जको में, जो भोजन पदार्थों की डब्बाबन्दी में उपयोग होते हैं, नहीं किया जा सकता। सैलीसिलिक अम्ल में एक दोष यह होता है कि थोड़ा सा भी लोहे का अत्र पदार्थ में होने पर यह लोहे से अभिकृत कर एक गहरा रंगीन यौगिक बनाता है जिसके कारण पदार्थ का रंग खराब हो जाता है।

मैग्नीशियम क्लोराइड का कपड़े के सज्जको में बहुत उपयोग होता है। इसका उपयोग तीन प्रयोजनों से किया जाता है।—स्टार्च को घुलने में सहायता देने के लिए, कपड़े का वजन बढ़ाने के लिए तथा अपने जलग्राही गुण के कारण कपड़े में नमी रोक रखने के लिए, जिससे कपड़ा छूने में मुलायम मालूम हो। इसमें फफूंदों की वृद्धि को रोकने का भी गुण होता है।

नीचे की सूची में आसज्जको और सज्जको में उपयोग होने वाले साधारण परिरक्षकों के नाम तथा उनकी उचित मात्राएँ दी गयी हैं —

जिक सल्फेट	१ भाग २५० भाग में
सोडियम सैलीसिलेट	१ भाग १००० भाग में
सोडियम फीनेट	१ भाग २०० से १००० तक भाग में
सैलीसिलिक अम्ल	१ भाग १००० भाग में
फीनोल	१ भाग १००० भाग में
पैराफार्मैल्डीहाइड	१ भाग ४०० से २००० तक भाग में
फार्मैल्डीहाइड	१ भाग ४०० से २००० तक भाग में
शिरलन	१ भाग १५०० भाग में
बीटा-नैफ्थाल	१ भाग २५० भाग में
बोरिक अम्ल	१ भाग २०० भाग में
क्रिसॉल	१ भाग १००० भाग में
ऐसीटिक अम्ल	१ भाग १००० भाग में
फिटकरी	१ भाग १०० भाग में
हेक्सामेथिलीन ट्रेटामीन	१ भाग २५० भाग में

स्टार्च में ब्यूट्रिक और लैक्टिक किण्वन होने से रोकने के लिए विलेय फ्लोराइड लवणों के विलयन उपयोग किये जाते हैं। ऐल्यूमिनियम क्लोराइड भी इस काम के लिए बहुत उपयोगी है।

फार्मैल्डीहाइड और हेक्सामेथिलीन ट्रेटामीन अच्छे परिरक्षक हैं किन्तु हेक्सा-मेथिलीन ट्रेटामीन बहुत महँगा पदार्थ है और साधारण वस्तुओं के परिरक्षण में नहीं उपयोग किया जा सकता। अधिकांश आसजक और सज्जको में, जिनमें गंध का रहना आपत्तिजनक नहीं समझा जाता, आधा प्रतिशत फीनोल और आधा प्रतिशत फार्मैल्डीहाइड परिरक्षक के रूप में डाला जाता है। फार्मैल्डीहाइड के साथ एक मुख्य लाभ यह है कि यह अम्लीय तथा क्षारीय दोनों प्रकार के आसजको में उपयोग किया जा सकता है। दूसरा लाभ यह है कि आटे की लेई की आसजकता इसकी उपस्थिति में बढ़ जाती है। बीटा-नैफथाल का उपयोग भी व्यापक रूप से होता है। इसमें फीनोल की अपेक्षा कम गंध रहती है।

बोरिक अम्ल और सुहागा अच्छे परिरक्षक नहीं हैं। जिन आसजको में ये डाले जाते हैं उनमें प्रायः फफूंदों की वृद्धि होती देखी गयी है, विशेष कर गेहूँ या मकई के आटे से बने आसजको में जिनमें कुछ प्रोटीन का अंश भी रहता है। फफूराल (furfural), डाइमेथिल ग्लाइकॉल, प्रोपिलीन ग्लाइकॉल और थाईमॉल (thymol) आदि भी फफूंदों की वृद्धि रोकने के लिए अच्छे परिरक्षक हैं किन्तु ये सब भी इतने महँगे हैं कि व्यापक रूप से इनका उपयोग साधारण पदार्थों के परिरक्षण के लिए नहीं किया जा सकता।

जब फीनोल या फार्मैल्डीहाइड का उपयोग परिरक्षक के रूप में किया जाता है तब प्रायः पदार्थों में इनकी गंध को दबाने या हटाने के लिए टर्पीनिऑल (terpineol) तेल थोड़ा सा डाल दिया जाता है। टर्पीनिऑल में तीव्र अच्छी सुगंध होती है। अतः पदार्थ में फीनोल या फार्मैल्डीहाइड की गंध दब जाती है और टर्पीनिऑल की सुगंध आने लगती है।

अर्थो-बेजिल फीनोल (*o*-benzyl phenol) और ग्लिसरोल डाइऐसीटेट (glycerol diacetate) का १ : २ अनुपात का मिश्रण भी बड़ा अच्छा परिरक्षक है। इस मिश्रण की ०.१ प्रतिशत मात्रा आसजको और सज्जको के लिए पर्याप्त होती है। यह जीवाणुओं तथा फफूंदों दोनों की ही वृद्धि रोक देता है। इसमें कोई गंध भी नहीं होती, अतः यह बहुत उपयुक्त परिरक्षक है।

स्टार्च का परीक्षण और विश्लेषण

जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं, विभिन्न उद्योगों में स्टार्च के बहुत से उपयोग हैं और प्रत्येक उपयोग की दृष्टि से इसमें विभिन्न गुण अपेक्षित हैं। अतः उद्योगों में उपयोग होने की उपयुक्तता की दृष्टि से स्टार्च के विभिन्न परीक्षण करने आवश्यक होते हैं। प्रत्येक प्रकार के कार्य में उपयोग होने के आधार पर स्टार्च के विभिन्न परीक्षण किये जाते हैं। परीक्षणों का प्रकार इस बात पर निर्भर करता है कि किस उद्देश्य से परीक्षण किया जा रहा है।

साधारण रीति से निम्न परीक्षण करना आवश्यक होता है:—(१) स्टार्च-लेई की श्यानता (viscosity) या तरलता (fluidity), (२) क्षार तरलता (alkali-fluidity) (यह परीक्षण विशेष कर अम्ल द्वारा परिवर्तित किये गये स्टार्च के लिए आवश्यक है), (३) रंग, (४) गंध, (५) अम्लीयता या क्षारीयता।

किसी पदार्थ में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा जानने के लिए साधारण रीति से उस पदार्थ में वर्तमान जल, प्रोटीन, खनिज पदार्थ, रेशे और वसा की प्रतिशत मात्राएँ पहले ज्ञात की जाती हैं और फिर अन्तर द्वारा स्टार्च की प्रतिशत मात्रा मालूम की जाती है। स्टार्च की मात्रा का सीधे परिमाणन करने की भी कुछ विधियाँ हैं किन्तु इन विधियों से प्राप्त फलों की शुद्धता उनमें मौजूद अपद्रव्यों के स्वभाव पर निर्भर करती है। पौधों में स्टार्च के साथ सेल्यूलोस, गोद, पेक्टोसान, ग्लाइकोसाइड आदि विभिन्न पदार्थ उपस्थित रहते हैं। इन पदार्थों की उपस्थिति के कारण स्टार्च का ठीक परिमाणन करने में कठिनाई होती है।

स्टार्च के भौतिक परीक्षण भी उसे पहचानने में महत्त्व के हैं। स्टार्च का रूप, कणों का आकार तथा उनके फूलने और रंग ग्रहण करने की शक्ति ज्ञात कर स्टार्च की जाति ज्ञात की जाती है। साधारण रीति से स्टार्च के विश्लेषण में जल, खनिज पदार्थ, प्रोटीन और वसा का परिमाणन किया जाता है।

रूप (Appearance)—स्टार्च को स्वच्छ, सफेद और चमकीला होना चाहिए और इसमें धूल आदि के कण नहीं होने चाहिए। धूल के कणों को देखने के लिए स्टार्च

को एक चिकने कागज पर फैला दिया जाता है और फिर उसके ऊपर काँच की चद्दर का एक बड़ा टुकड़ा रखा जाता है। काँच पर दस वर्ग सेंटीमीटर का भाग किसी जगह खींच लिया जाता है। इस क्षेत्रफल के भीतर धूल के कणों के धब्बे देखे जाते हैं। इन धब्बों को गिन कर यह मालूम कर लिया जाता है कि धूल के कणों की अपद्रव्यता किस अंश तक है। अच्छे शुद्ध स्टार्च में १० वर्ग सेंटीमीटर में ३० धब्बों से अधिक नहीं होना चाहिए।

सूक्ष्मदर्शी परीक्षण—विभिन्न पीवों तथा स्रोतों से प्राप्त स्टार्च के कणों का रूप और आकार भिन्न होता है। अतः सूक्ष्मदर्शी द्वारा देख कर यह जाना जा सकता है कि किसी पदार्थ में कौन सा स्टार्च है। कणों के आकार के अतिरिक्त प्रत्येक स्टार्च का श्लिषीकरण ताप भी भिन्न होता है। अतः सूक्ष्मदर्शी द्वारा यह ज्ञात करने से कि कण किस ताप पर फूलना प्रारम्भ करते हैं और किस ताप पर श्लिषीकृत होते हैं, यह मालूम हो जाता है कि किसी पदार्थ में उपस्थित स्टार्च किस स्रोत से प्राप्त किया गया है। नीचे की तालिका में कुछ स्टार्चों के फूलने का तथा श्लिषीकरण का ताप दिया गया है:—

स्टार्च का प्रकार	फूलना आरम्भ होने का ताप (सेंटीग्रेड में)	श्लिषीकरण आरम्भ होने का ताप	श्लिषीकरण पूर्ण होने का ताप
गेहूँ	५०°	६५°	६७.५°
टैपियोका	४९°	६२.५°	६९°
अरारोट	६६°	६६.५°	७०°
सैगो	६६°	६६.५°	७०°
चावल	५४°	५९°	६१°
जौ	३७.५°	५७.५°	६२.५°
मकई	५०°	५५°	६२.५°
आलू	४६°	५९°	६२.५°
राई	४५°	५०°	५५°

सूक्ष्मदर्शी द्वारा परीक्षण करने के लिए स्टार्च के कुछ कणों को एक बूंद पानी के साथ स्लाइड (slide) पर रख कर देखा जाता है। इस परीक्षण में कणों का आकार तथा नाप देखी जाती है। नाप में लम्बाई माइक्रन इकाई में व्यक्त की जाती है (माइक्रन = १/१००० मिलीमीटर)। कणों में हाइलम की स्थिति तथा उसके चारों

ओर के वृत्तो का रूप भी देखा जाता है। हाइलम वह बिन्दु होता है जिसके चारो ओर कण की वृद्धि होती है। हाइलम का स्थान, उसका आकार तथा नाप विभिन्न स्टार्चों में भिन्न होता है और इससे भी स्टार्चों के पहचानने में सहायता मिलती है।

नीचे की तालिका में कुछ स्टार्चों के कणों का आकार और नाप दी गयी है —

स्टार्च का प्रकार	कणों का रूप	कणों की लम्बाई	विशेष
गेहूँ	पतला और लम्बा	२५ से ३५ μ	पानी के साथ उबालने पर गोलाई से मुड़ कर विभिन्न आकार धारण करते हैं
जौ	अंडाकार, हाइलम नहीं रहता	२०-३५ μ	
मकई	बहुभुजाकार, हाइलम स्पष्ट रहता है	१०-२५ μ	
राई	गेहूँ की तरह	४० μ	उबालने पर गेहूँ की तरह ही आकार परिवर्तन करते हैं
चावल	बहुभुजाकार, हाइलम स्पष्ट नहीं रहता	३-५ μ	प्रायः संयुक्त कण
मटर	बेडौल, हाइलम स्पष्ट रहता है		
कैसावा	गोल, एक ओर चपटा, हाइलम स्पष्ट	१५-२५ μ	
आलू	अंडाकार, चपटा	१५-३५ μ	
अरारोट	अंडाकार	१५-६५ μ	पानी के साथ श्लिषीकृत होने पर कण चिकने थैले के आकार के हो जाते हैं
सैगो	अंडाकार	१५-६५ μ	

स्टार्च के मिश्रणों का परीक्षण करने के लिए दो विधियाँ हैं—(१) एक रगने की विधि और (२) दूसरी फुलाने (उत्फुल्लन) की विधि।

रगने की विधि (Staining method)—विभिन्न स्टार्चों में कार्बनिक रंगों (organic dyes) के लिए भिन्न अंश तक आकर्षण होता है, अतः कोई स्टार्च एक रंग अधिक ग्रहण करता है किन्तु दूसरा स्टार्च नहीं ग्रहण करता। ऐसे स्टार्चों के मिश्रणों को किसी उपयुक्त रंग से रगने पर इनके अवयवों को शीघ्रता से और सरलता से पहचाना जा सकता है।

स्टार्च को स्लाइड पर रगने के लिए निम्न रंगों का विलयन प्रयोग किया जाता है—मेथिलीन ब्लू (methylene blue), सैफ्रानीन (safranin), मेथिल वायलेट (methyl violet), पिकरिक अम्ल (picric acid), कांगो रेड (congo red) आदि।

आलू, राई और गेहूँ के स्टार्चों तथा ग्लूटेन के मिश्रण में अवयवों को रंग द्वारा पहचानने की एक विधि निम्न प्रकार है:—

मिश्रण की थोड़ी मात्रा को फीनोल के ३ प्रतिशत विलयन में निलम्बित कर २४ घंटे तक छोड़ दिया जाता है। इसके बाद इस निलम्बन की एक बूंद स्लाइड पर रख कर सुखा ली जाती है और फिर इस स्लाइड को विलेय ब्लू (soluble blue), ओरसाइन (orcein, लाइकेन से प्राप्त एक लाल चूर्ण) और इओसिन (eosin) रंगों के मिश्रण के जलीय ऐलकोहल में बने विलयन में डुबा कर दस मिनट तक रखा जाता है। इसके बाद स्लाइड को इस रंग के विलयन में से निकाल कर और धो कर सैफ्रानीन के विलयन में १५ मिनट तक डुबाया जाता है। फिर धो कर ०.५ प्रतिशत पोटैसियम डाइक्रोमेट के विलयन में ३० मिनट तक डुबाया जाता है। अन्त में स्लाइड को पहले पानी से, फिर ऐलकोहल से और बाद में जाइलीन (xylene) से धो कर और फिर कैंनाडा बालसम की एक बूंद स्टार्च के स्थान पर डाल कर रख दिया जाता है। यह स्लाइड स्थायी रूप से बहुत समय तक रखी जा सकती है। इस विधि से रगने पर आलू का स्टार्च लाल, गेहूँ का गहरा पाटल वर्ण (pink), राई का पीला तथा ग्लूटेन नीला हो जाता है।

मेथिल आरेज (methyl orange), फुक्सिन (fuchsin) और मेथिल ग्रीन (methyl green) रंगों का मिश्रण भी आलू के स्टार्च को पहचानने के लिए उपयोगी है। यह मिश्रण आलू के स्टार्च को नीला रंगता है। थायोनीन (thionine) से भी आलू के स्टार्च की पहचान हो जाती है। इसका उपयोग रोटी में आलू के स्टार्च की मिलावट मालूम करने के लिए बहुत होता है। इसके द्वारा रंगने पर आलू का स्टार्च

हलका बैंगनी हो जाता है, किन्तु गेहूँ और राई के स्टार्चों पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

गिरि और भार्गव की विधि^१ (Giri and Bhargava's method)—साधारण रीति से सूक्ष्मदर्शी द्वारा निरीक्षण करने पर विभिन्न स्टार्च-कणों के अलग-अलग आकार पहचाने जा सकते हैं और इस प्रकार एक स्टार्च में दूसरे स्टार्च की मिलावट मालूम हो जाती है। किन्तु प्रायः कणों के आकारों की समानता के कारण दो स्टार्चों की परस्पर की मिलावट का मालूम करना कठिन हो जाता है। उदाहरणार्थ, गेहूँ के स्टार्च में चावल के स्टार्च की थोड़ी मात्रा मिश्रित होने पर पहचानना कठिन होता है। एक दूसरी कठिनाई कणों के आकारों द्वारा पहचानने में यह होती है कि विभिन्न क्रियाओं में स्टार्च के कणों का आकार प्रायः नष्ट हो जाता है या विकृत हो जाता है और तब सूक्ष्मदर्शी द्वारा कणों के आकार का निरीक्षण कर स्टार्च को पहचानना सम्भव नहीं होता। गिरि और भार्गव ने स्टार्चों को एक-दूसरे से पहचानने की एक सरल विधि ज्ञात की है जिसमें ऊपर वर्णित कठिनाई नहीं उपस्थित होती। विधि निम्न प्रकार है—

० ८ ग्राम स्टार्च को १०० घ० से० उबलते पानी में डाल कर एक मिनट तक उबाला जाता है और फिर महीन कपड़े से छान कर इसमें एक प्रतिशत एगर (agar) विलयन का समान आयतन मिलाया जाता है। इस विलयन का pH ऐसीटेट बफर (acetate buffer) द्वारा ४.६ रखा जाता है। अब गरम विलयन को पेट्री प्यालियों (petri dishes) में आधी ऊँचाई तक भर कर और ढक कर छोड़ दिया जाता है। ठंडा होने पर विलयन जेली के रूप में पेट्री प्यालियों में जम जाता है। पेट्री प्याली में जमी जेली के मध्य में अब एक बूँद ऐमिलेस विलयन डाल कर प्याली को २४ घंटों के लिए कमरे के ताप पर रख दिया जाता है। मध्य बिन्दु से ऐमिलेस विलयन विसरण कर प्याली में चारों ओर फैलता है। २४ घंटे के बाद प्याली में N/२०० आयोडीन विलयन भर दिया जाता है। एक-दो मिनट बाद ही रंगीन वृत्त जेली पर बन जाते हैं। विभिन्न स्टार्चों के साथ पृथक्-पृथक् रंग और आकार के वृत्त बनते हैं। विभिन्न ऐमिलेस से भी इन वृत्तों के रंग और आकार में अन्तर आ जाता है। उदाहरणार्थ, गेहूँ के स्टार्च के साथ माल्ट ऐमिलेस का उपयोग कर ऊपर का परीक्षण करने पर जेली के मध्य में एक गहरे हरे रंग का प्रदेश बनता है और इसे घेरता हुआ बैंगनी रंग का दूसरा प्रदेश बनता है। चावल और जौ के स्टार्च के साथ मध्य में एक गहरा नीला प्रदेश बनता है; गेहूँ की तरह हरा नहीं।

गेहूँ के आटे में जई के आटे की मिलावट ज्ञात करना—जई के आटे में स्टार्च के

कण सयुक्त अवस्था में बड़ी सख्या में रहते हैं किन्तु गेहूँ में सयुक्त कण नहीं रहते। सूक्ष्मदर्शी द्वारा इन सयुक्त कणों की सख्या देख कर गिनी जा सकती है। इसकी विधि इस प्रकार है —

आटे की ३० मिलीग्राम मात्रा को ०.२ घ० सें० पतले ट्रैगाकैथ म्युसिलेज में मिश्रित कर निलम्बन बनाया जाता है। इसमें फिर ०.०५ प्रतिशत कांगो रेड (congo red) और जरा सा ऐमोनिया डाल कर भली भाँति मिला दिया जाता है। प्रोटीन, कोशिकाओं की दीवारों और टूटे स्टार्च-कण लाल रंग से रँग जाते हैं। गेहूँ के कण जो अकेले रहते हैं उन पर कोई रंग नहीं चढ़ता। जई के सयुक्त कण भूरे रंग के हो जाते हैं। निलम्बन की एक बूँद काँच की स्लाइड पर रख कर सूक्ष्मदर्शी के नीचे देखी जाती है और एक चिह्नित वर्ग स्थान के भीतर जितने सयुक्त कण दिखलाई देते हैं उन्हें गिन लिया जाता है और फिर इसके आधार पर गणना द्वारा जई के आटे की प्रतिशत मात्रा गेहूँ के आटे में ज्ञात हो जाती है।

गेहूँ के आटे में चावल या मकई के आटे की मिलावट ज्ञात करना—इसके लिए कई विधियाँ हैं। एक विधि नीचे दी जाती है —

जिस आटे की परीक्षा करनी है उसे ९० छेद की चलनी से छान कर १००° से० ग्रे० ताप पर २४ घंटे तक सुखाया जाता है। इस सुखाये आटे में से एक ग्राम तोल कर १०० घ० सें० के चिह्नित फ्लास्क में ले कर इसमें १.८ प्रतिशत पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड विलयन इतना डाला जाता है कि फ्लास्क लगभग आधा भर जाय। इसके बाद इसमें ३ घ० सें० तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर मिला दिया जाता है और फिर पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की आवश्यकतानुसार मात्रा डाल कर कुल आयतन को १०० घ० सें० कर लिया जाता है। फ्लास्क को लगभग १५ मिनट तक हिलाते हैं जिससे एक समाग निलम्बन बन जाय। इस निलम्बन की २५ घ० से० मात्रा एक अपकेन्द्री यंत्र में डाल कर यंत्र को १००० चक्र प्रति मिनट की गति से १५ मिनट तक घुमाते हैं। फिर ऊपर से द्रव को निथार कर फँकने के बाद तलछट में थोड़ा तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर फिर अपकेन्द्री यंत्र को ५ मिनट तक घुमाते हैं। अम्ल द्वारा घोलने की क्रिया तब तक बार-बार की जाती है जब तक घोलन में आयोडीन द्वारा स्टार्च का परीक्षण आता रहता है। अन्त में तलछट को पोटैसियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन से एक बार धो कर फिर पानी से कई बार धोया जाता है जिससे तलछट में कोई क्षारीयता न रहे और यह बिल्कुल उदासीन रहे। अब तलछट को निकाल कर इसे १००° से० ग्रे० ताप पर सुखा कर तोल लिया जाता है। यह तलछट मकई (या चावल) का स्टार्च होता है और इसकी तोल से

गणना कर गेहूँ के आटे में मकई (या चावल) की प्रतिशत मिलावट ज्ञात कर ली जाती है।

नमी का परिमाणन (Estimation of moisture)—वायु में सुखाये गये गेहूँ के स्टार्च में लगभग १३ प्रतिशत और आलू के स्टार्च में २२ प्रतिशत तक पानी का अंश रहता है। यदि इससे अधिक पानी इन स्टार्चों में हो तो इसका अर्थ है कि ये ठीक से सुखाये नहीं गये हैं। जल की मात्रा का परिमाणन करने की दो मुख्य विधियाँ हैं —

(क) **वाष्पन विधि**—एक पोर्सलिन की छोटी प्याली में लगभग एक ग्राम स्टार्च तोल लिया जाता है। इसे ४०° से ० ग्रे० ताप पर दो-तीन घंटे तक रखा रहने दिया जाता है। इस ताप पर धीरे-धीरे अधिकांश पानी उड़ कर निकल जाता है। अब इसे १२०° से ० ग्रे० ताप पर लगभग ४-५ घंटे तक रखा जाता है। स्टार्च का शेष समस्त पानी भी उड़ कर अब निकल जाता है। प्याली को बीच-बीच में कई बार तब तक तोलते हैं जब तक तोल स्थिर नहीं हो जाती। अब आरम्भ की तोल से इस तोल को घटा कर पानी की मात्रा ज्ञात हो जाती है। पानी का परिमाणन करते समय इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि ताप आरम्भ से ही ऊँचा न रखा जाय, अन्यथा स्टार्च में मौजूद पानी द्वारा स्टार्च का थोड़ा श्लिषीकरण हो जाता है और यह श्लिषीकृत स्टार्च शेष पानी को वाष्पीभूत हो कर बाहर निकलने से रोकता है।

(ख) **निष्कर्षण विधि**—पिरीडीन, मेथिल ऐलकोहल, सल्फर डाइ-आक्साइड और आयोडीन के मिश्रण में पानी शोषित करने का विशेष गुण होता है। स्टार्च की एक निश्चित मात्रा को इस मिश्रण से उपचारित कर उसका समस्त पानी इस मिश्रण में शोषित करा दिया जाता है और फिर स्टार्च को तोलने पर इस पानी की मात्रा ज्ञात हो जाती है। इस निष्कर्षण विधि द्वारा लगभग १ घंटे में ही परिमाणन हो जाता है। वाष्पन विधि में लगभग ६-७ घंटे लगते हैं।

खनिज पदार्थ का परिमाणन (Estimation of mineral matter)—खनिज पदार्थ का परिमाणन निम्न प्रकार से किया जाता है —

प्लैटिनम की एक प्याली (या घड़िया) को तोल कर उसमें लगभग ५ ग्राम स्टार्च ले कर फिर तोल लिया जाता है। प्याली (या घड़िया) को अब बंद भट्टी में रख कर स्टार्च को जलाया जाता है। जब स्टार्च पूर्ण रूप से जल कर भस्म में परिणत हो जाता है तब प्याली को भट्टी में से निकाल कर ओर ठंडा कर तोला जाता है और भस्म की तोल ज्ञात कर ली जाती है। फिर गणना द्वारा स्टार्च में खनिज पदार्थ की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

गेहूँ तथा अन्य अनाजों के स्टार्चों में खनिज पदार्थ की मात्रा लगभग ०.१५ से ०.२ प्रतिशत तक रहती है। यदि इससे अधिक मात्रा परिमाणन में प्राप्त हो तो स्टार्च में किसी खनिज द्रव्य की मिलावट समझनी चाहिए।

वसा का परिमाणन (Estimation of fat)—पानी और मेथिल ऐलकोहल को १५ ८५ के अनुपात में मिश्रित कर इस विलायक द्वारा स्टार्च की एक निश्चित मात्रा (लगभग १०० ग्राम) का निष्कर्षण किया जाता है। स्टार्च में मौजूद सब वसा इस विलायक में घुल कर निकल आती है। फिर निष्कर्ष को वाष्पित कर उसमें घुली वसा प्राप्त कर ली जाती है। इसे तोल कर गणना द्वारा स्टार्च में इसकी प्रतिशत मात्रा ज्ञात कर ली जाती है।

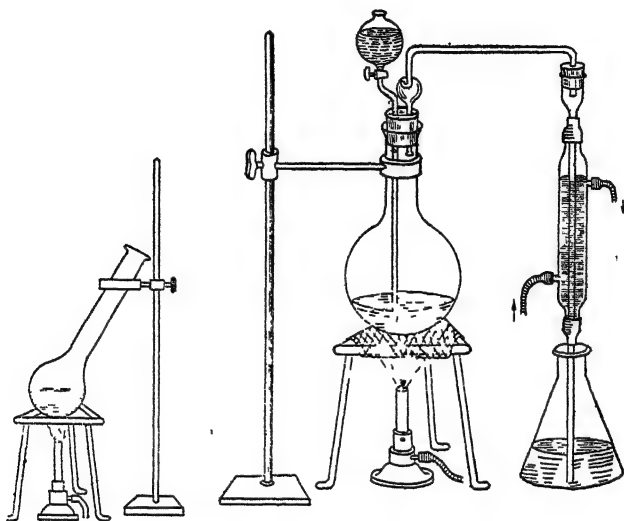
स्टार्च में वसा अपद्रव्य के रूप में थोड़ी मात्रा में ही रहती है। साधारण रीति से इसकी प्रतिशत मात्रा ०.१ से ०.८ तक विभिन्न स्टार्चों में रहती है। चावल के स्टार्च में वसा लगभग ०.८ प्रतिशत और मकई के स्टार्च में लगभग ०.५ प्रतिशत रहती है।

प्रोटीन का परिमाणन (Estimation of proteins)—प्रोटीन की मात्रा सीधे ज्ञात करने की कोई विधि नहीं है। स्टार्च में केलडाल की विधि (Kjeldahl's method) से नाइट्रोजन की मात्रा पहले ज्ञात की जाती है और फिर इसे ६.२५ से गुणा करने पर प्रोटीन की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

केलडाल विधि द्वारा नाइट्रोजन निम्न प्रकार से ज्ञात किया जाता है—

स्टार्च की एक निश्चित मात्रा (०.५ से १ ग्राम) एक केलडाल-फ्लास्क में ले कर उसमें लगभग ३० घ० से० सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल डाला जाता है। कापर सल्फेट के कुछ मणिभ तथा लगभग ५ ग्राम पोटैसियम सल्फेट भी फ्लास्क में डाल दिया जाता है। फ्लास्क को अब बुन्सन ज्वाला (बर्नर) की सीधी ज्वाला पर खूब तेज आँच पर तब तक गरम किया जाता है जब तक फ्लास्क का द्रव रगरहित या हलके हरे रंग का नहीं हो जाता। स्टार्च में उपस्थित प्रोटीन का नाइट्रोजन पहले ऐमोनिया में बदल जाता है, फिर यह ऐमोनिया तुरन्त ही फ्लास्क के सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ मिल कर ऐमोनियम सल्फेट लवण बनाती है। ठंडा होने के बाद फ्लास्क में थोड़ा आसुत जल डाल कर द्रव को कुछ तनु कर लिया जाता है। इस द्रव को अब ५०० घ० से० नाप के एक आसवन-फ्लास्क में उड़ेल लिया जाता है। केलडाल-फ्लास्क को दो-तीन बार आसुत जल से धो कर धोवन को भी आसवन-फ्लास्क में डाल देते हैं जिससे द्रव का जरा सा भी अंश बाहर न निकलने पाये। आसवन-फ्लास्क में अब आवश्यक मात्रा से कुछ अधिक कास्टिक सोडा डाल कर फ्लास्क को चित्र १७ के अनुसार एक सघनन और स्रग्ही से सम्बन्धित कर गर्म किया जाता है। जो ऐमोनिया गैस निकलती है वह

सग्राही में भरे प्रामाणिक (standard) सल्फ्यूरिक अम्ल (या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल) के निश्चित आयतन में शोषित कर ली जाती है। इस अम्ल को प्रामाणिक कास्टिक सोडा के विलयन के साथ अनुमापित (titrate) करने पर गणना द्वारा शोषित हुई



चित्र १७—नाइट्रोजन ज्ञात करने की केलडाल विधि

ऐमोनिया की मात्रा मालूम हो जाती है। इससे फिर नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा ज्ञात कर ली जाती है।

विभिन्न अनाजों के स्टार्च में प्रोटीन की मात्रा साधारणतः ०.१ से १ प्रतिशत तक रहती है।

श्यानता परीक्षण (Viscosity test)—स्टार्च के परीक्षण के लिए सब से अधिक उपयोग होने वाला परीक्षण स्टार्च-विलयन की श्यानता देखना है। श्यानता ज्ञात करने के लिए स्टार्च का तनु विलयन या तनु लेई लेना ही ठीक रहता है। ऊँची सान्द्रता के विलयन या लेई की श्यानता द्वारा निष्कर्ष ठीक नहीं निकाला जा सकता।

श्यानता ज्ञात करने के लिए कोई भी अच्छा श्यानतामापक (viscometer) प्रयोग में लाया जा सकता है। स्टार्च-विलयन की श्यानता कुछ अंश तक विलयन बनाने की विधि तथा श्यानता मापने की विधि दोनों पर निर्भर करती है। अतः किसी भी प्रयोगशाला या कारखाने में विलयन बनाने की विधि तथा श्यानता मापने

की विधि कोई प्रामाणिक चुन लेनी चाहिए और सदा इन्हीं विधियों का प्रयोग परीक्षण के लिए करना चाहिए। तभी विभिन्न स्टार्चों की श्यानता का तुलनात्मक ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है और उचित निष्कर्ष निकाला जा सकता है। साधारण रीति से श्यानता परिमाणन में निम्न बातों का ध्यान रखना बहुत आवश्यक है:—

(क) स्टार्च का विलयन या लेई बनाते समय पानी सदा एक ही ताप का लिया जाय और ताप की वृद्धि भी विलयन बनाते समय सदा एक क्रम से की जाय तथा उच्चतम ताप जिस पर लेई को पकाया जाय वह भी सदा एक ही निर्धारित हो।

(ख) विलयन या लेई को पकाते समय इसे विलोडित करने की गति भी सदा एक ही हो।

(ग) विलयन या लेई बनाना आरम्भ करने से लेकर बना कर समाप्त करने तक का समय भी एक निर्धारित हो और सदा प्रत्येक स्टार्च का विलयन या लेई बनाने में इतना ही समय लगे।

श्यानता-परिमाणन के लिए स्टार्च का विलयन (या लेई) आसुत जल में बनाना चाहिए और बनाने की क्रिया में इसे ऐसे ऊष्मक पर गरम करना चाहिए जिसका ताप ठीक से नियंत्रित किया जा सके। विलोडन की क्रिया के लिए यांत्रिक प्रबन्ध रखना अधिक ठीक होता है। श्यानतामापक को भी पहले से ही उस ताप तक गरम पानी में रख कर गरम कर लेना चाहिए जिस ताप पर श्यानता ज्ञात करनी है और फिर स्टार्च-विलयन या लेई को श्यानतामापक में शीघ्रता से भरना चाहिए जिससे विलयन या लेई का ताप अधिक गिरने न पाये।

श्यानता मापने की कई विधियाँ हैं। यहाँ हम कुछ मुख्य विधियों का उल्लेख करेंगे।

(क) छिद्र-प्रवाह विधि (Orifice flow method)—यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि द्रव के प्रवाह की गति उसकी श्यानता पर निर्भर करती है। इस विधि में स्टार्च-विलयन (या लेई) के एक निश्चित आयतन को किसी छिद्र में से हो कर प्रवाहित होने दिया जाता है और विलयन (या लेई) की प्रवाह गति मालूम की जाती है। प्रवाह-गति मालूम हो जाने से श्यानता मालूम हो जाती है। इस सिद्धान्त पर आधारित कुछ विधियों में स्टार्च-विलयन के एक निश्चित आयतन के प्रवाह का समय सेकेंड में मालूम किया जाता है और कुछ विधियों में यह मालूम किया जाता है कि एक निर्धारित समय में विलयन का कितना आयतन प्रवाहित हुआ है। दूसरे प्रकार की विधियों में प्राप्त फल को तरलता (fluidity) कहते हैं। यह

श्यानता का ठीक विपरीत होता है। तरलता जितनी अधिक होती है श्यानता उतनी ही कम होती है।

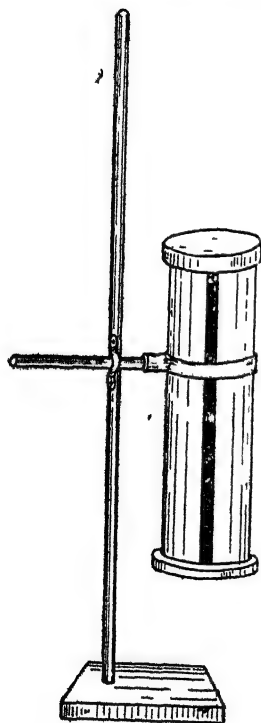
प्रवाह-गति ज्ञात करने के लिए विभिन्न प्रकार के उपकरणों का प्रयोग किया जाता है। इनमें स्काट का उपकरण (Scott's apparatus) सबसे अधिक प्रचलित है और इस उपकरण से श्यानता निकालने को स्काट परीक्षण (Scott test) के नाम से संबोधित किया जाता है।

स्काट परीक्षण (Scott test)—६०० घ० से० धारिता का जर्मन-सिल्वर का बना एक बीकर लिया जाता है और उसमें स्टार्च की एक निश्चित मात्रा को ठीक से तोल कर ले लिया जाता है। इसमें २८० घ० से० आसुत जल डाल कर और हिला कर बीकर को वाष्प-ऊष्मक पर तुरन्त रख दिया जाता है। वाष्प-ऊष्मक पर बीकर को उस समय रखना चाहिए जब उसका पानी तेजी से उबल रहा हो और जब बीकर को वाष्प-ऊष्मक पर रखा जाय तब स्टाप घड़ी को भी चला देना चाहिए। बीकर के स्टार्च को ठीक ५ मिनट तक आरम्भ में तेजी से हिला कर विलोडित किया जाता है। फिर बीकर को काँच के ढक्कन (beaker cover) द्वारा ढक कर बिना विलोडित किये ५ मिनट तक पकने दिया जाता है। अब ढक्कन को हटा कर और उसकी सतह पर जमी पानी की बूंदों को बीकर में ही गिरा कर विलयन को १५ सेकेंड तक पुनः हिलाया जाता है और पुनः ढक्कन द्वारा ढक कर १५ मिनट तक फिर पकने दिया जाता है। फिर ढक्कन को हटा कर पहले की ही भाँति इसकी सतह पर जमी पानी की बूंदों को बीकर में गिरा कर १५ सेकेंड तक हिलाया जाता है। विलयन को हिलाने की गति प्रत्येक स्टार्च का विलयन बनाते समय एक ही रखनी चाहिए।

इसी बीच स्काट-उपकरण में स्थित प्याले (Scott cup) को उपकरण से सम्बन्धित जल-ऊष्मक पर गरम कर लिया जाता है। स्काट-उपकरण में एक २५० घ० से० धारिता का फ्लास्क होता है जिसमें २०० घ० से० आयतन का चिह्न लगा होता है। ऊपर की विधि से तैयार किये गये स्टार्च-विलयन की २०० घ० से० मात्रा शीघ्रता से इस फ्लास्क द्वारा माप कर स्काट-प्याले में भर दी जाती है और फिर तुरन्त ही प्याले के नीचे की नली में लगी रोधनी (stop cock) खोल दी जाती है। रोधनी के खोलने के साथ ही साथ स्टाप घड़ी (stop watch) भी चला दी जाती है। जितने समय में स्टार्च-विलयन स्काट-प्याले से प्रवाहित हो कर बाहर निकल जाता है वह समय स्टाप-घड़ी द्वारा ज्ञात हो जाता है। यह समय उस स्टार्च-विलयन की स्काट श्यानता (Scott viscosity) कहलाता है।

विभिन्न स्टार्चों की श्यानता में बहुत अन्तर होता है। इस कारण विभिन्न स्टार्चों

की विभिन्न तोलें इस प्रयोग में ली जाती हैं, किन्तु पानी की मात्रा सभी परीक्षणों में समान ही रखी जाती है। टैपियोका आदि मोटे स्टार्चों के लिए १० ग्राम मात्रा ली जाती है, अपरिवर्तित मकई के स्टार्च के लिए १५ ग्राम, मध्यम सीमा तक परिवर्तित किये गये स्टार्चों के लिए २८ ५ ग्राम और अधिक परिवर्तित स्टार्चों के लिए १०० ग्राम मात्रा प्रयोग में ली जाती है। प्रवाह के लिए ५० घ० सें० या १०० घ० सें० विलयन ले कर उसके प्रवाह का समय ज्ञात किया जाता है। साधारण रीति से आयतन इतना लेना चाहिए कि प्रवाह का समय ठीक से मापा जा सके, किन्तु साथ ही इतना अधिक आयतन भी नहीं लेना चाहिए कि प्रवाह में बहुत अधिक समय लगे।



चित्र १८—क्षुरधार-छिद्र
आकार का श्यानतामापक

क्षुर-धार आकार के छिद्र वाला श्यानतामापक

(Knife-edge orifice)—आज कल इस श्यानता-मापक का बहुत उपयोग स्टार्च तथा डेक्सट्रिन के विलयनों की श्यानता ज्ञात करने के लिए होता है। इसमें घातु की ०.८ मिलीमीटर मोटी एक प्लेट होती है जिसमें एक लम्बी दरार बनी रहती है और एक काँच की नली (cylinder) होती है जिसके भीतर का व्यास ३३ मिलीमीटर और लम्बाई ३०.५ मिलीमीटर होती है। इस नली में एक चिह्न ऊपर की ओर तथा एक चिह्न नीचे की ओर बना रहता है और इन दो चिह्नों के बीच का आयतन १०० घ० सें० होता है। काँच की यह नली घातु की प्लेट से एक फ्रेम द्वारा सम्बन्धित रहती है। पूरे उपकरण को एक स्थिर ताप के पानी के भीतर रख कर स्टार्च विलयन को नली में ऊपर के चिह्न से कुछ ऊपर तक भर दिया जाता है और दोनों चिह्नों के बीच में भरे विलयन के प्रवाह का समय ज्ञात किया जाता है। इस उपकरण द्वारा बहुत शीघ्र श्यानता ज्ञात हो जाती है।

ठड़े स्टार्च विलयनों की श्यानता निकालने के लिए विलयन की सान्द्रता कम रखनी चाहिए। साधारण रीति से २ प्रतिशत से अधिक का विलयन नहीं बनाना चाहिए जिससे ठंडा होने पर विलयन पतला रहे। यदि विलयन की सान्द्रता अधिक रहती है तो ठंडा होने पर यह गाढ़ी लेई के रूप में हो जाता है या जेली के रूप में जम

जाता है। किन्तु विलयन को आरम्भ में बतलायी विधि के अनुसार गरम कर ही बनाना चाहिए और बाद में निर्धारित ताप पर रख कर ठंडा करना चाहिए।

श्यानता वक्र (Viscosity curves)—स्टार्च विलयन की श्यानता ताप के अनुसार घटती बढ़ती रहती है। जब स्टार्च श्लिषीकृत होता है तो इसकी श्यानता कणों के फूलने के साथ-साथ बढ़ती है। एक सीमा तक बढ़ने के बाद श्यानता फिर घटने लगती है। ताप के अन्तर से श्यानता के बढ़ने और घटने की गति में विभिन्न स्टार्चों में अन्तर होता है। अतः इनके विलयनों की श्यानता की वृद्धि तथा घटने के सम्बन्ध का वक्र (ग्राफ) बना लेने से स्टार्चों की पहचान सरलता से हो जाती है।

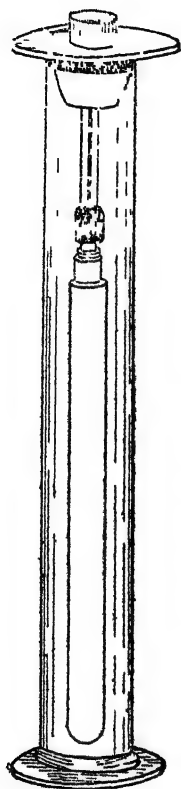
आजकल इस प्रकार के श्यानतामापक बने हैं जिनके द्वारा विभिन्न तापों पर श्यानता तुरन्त मालूम हो जाती है।

श्लिष परीक्षण (Gel testing)—जैसा हम पीछे पढ़ चुके हैं, कुछ स्टार्चों के सान्द्र विलयन कुछ घंटे रखे रहने पर कड़े श्लिष के रूप में जम जाते हैं। इस गुण के कारण ही स्टार्च का उपयोग पुडिंग आदि भोजन पदार्थों में तथा कुछ उद्योगों में किया जाता है। श्लिष परीक्षण से यह ज्ञात हो जाता है कि स्टार्च इस प्रकार के कामों के लिए कहाँ तक उपयुक्त है।

स्टार्च का श्लिषीय गुण ठीक से तभी परिमापित किया जा सकता है जब स्टार्च को पकाने के लिए उतनी ही सावधानी रखी जाय जितनी श्यानता परीक्षण के लिए रखी जाती है। इसके साथ ही यह भी आवश्यक है कि परीक्षण प्रामाणिक अवस्था में सावधानी से किया जाय। श्लिष की मजबूती (strength) उसके जमने के समय, रखने के ताप, साँचे की नाप और सतह के आकार पर निर्भर करती है। श्लिष की मजबूती प्रथम १० घंटों में तेजी से बढ़ती है और फिर धीरे-धीरे बढ़ कर १८ घंटे में स्थिर (constant) हो जाती है। ताप बढ़ाने पर १२° से ०° से ऊपर श्लिष की मजबूती तेजी से घटती है और जैसे-जैसे ताप में वृद्धि की जाती है मजबूती भी अधिक तेजी से घटती है। यदि स्टार्च-श्लिष को हवा में खुला रख कर जमने दिया जाता है तो सतह पर एक कड़ी पतल जम जाती है और इसके कारण श्लिष परीक्षण ठीक से नहीं किया जा सकता। गरम विलयन को साँचे में भरने के बाद तुरन्त सतह पर थोड़ा किरोसीन तेल डाल कर तेल से सतह को ढक देना चाहिए। इस प्रकार तेल से ढकी रहने पर सतह पर कड़ी पतल नहीं बनने पाती। श्लिष परीक्षण में इस कड़ी पतल से कोई अन्तर न आने पाये इसके लिए श्लिष को साँचे में से निकाल कर पेदी की ओर से इसका परीक्षण किया जाता है।

श्लिष के गुणों का परीक्षण करने के लिए कई विधियाँ हैं। इन सब विधियों में

साधारणतः या तो यह मापा जाता है कि कितना बल (force) लगाने पर श्लिष टूटता है या एक निश्चित भार रखने पर श्लिष के रूप में कितना परिवर्तन होता है। पहली माप को “श्लिष की मजबूती” (gel strength) कहते हैं और दूसरी माप को “श्लिष की दृढ़ता” (rigidity) कहते हैं। मोटे तौर से आपेक्षिक दृढ़ता श्लिषों की सतहों को अंगुली से दबा कर या श्लिषों को साँचों से निकाल कर रखने और रखे रहने पर उनके रूप में होने वाले परिवर्तन से अनुमानित की जा सकती है।



श्लिष की दृढ़ता का परिमाणन—इस परिमाणन के लिए ब्रिमहॉल और हिक्सन का दृढ़तामापक (Brimhall and Hixon's rigidity meter) उपयोग होता है। इसमें एक लम्बा सिलिंडर होता है जिसमें एक पतली नली एक तार द्वारा लटकी रहती है। तार के ऊपरी सिरे पर एक निर्देशक (pointer) लगा रहता है और सिलिंडर के मुँह के पास एक चिह्नित पटरी (graduated scale) रहती है। सिलिंडर में स्टार्च-विलयन भर कर नली को इसके बीच में खड़ा कर दिया जाता है और विलयन को जमने दिया जाता है। विलयन के श्लिष में जमने से तार मुड़ता है और फलस्वरूप उससे लटकी नली भी घूमती है। नली के घुमाव की मात्रा मालूम की जाती है। इसे मापने के लिए नली पर लगे दर्पण से परावर्तित होने वाली किरण के विचलन (deflection) को मापा जाता है। इससे फिर दृढ़ता ज्ञात हो जाती है। इस परीक्षण में इस बात का ध्यान रखा जाता है कि तार इतना अधिक न मुड़े कि श्लिष में कोई आवश्यकता से अधिक खिंचाव उत्पन्न हो।

चित्र १९—ब्रिम-
हॉल और हिक्सन
का दृढ़तामापक

एक दूसरा उपकरण जो उपयोग में आता है ब्लूम का श्लिषमापक (Bloom gelometer) है। इस उपकरण द्वारा वह भार (weight) ज्ञात किया जाता है जो १२.५ मिलीमीटर व्यास की एक छड़ द्वारा श्लिष में ४ मिलीमीटर गहरा गढ़ा करने के लिए आवश्यक होता है। छड़ के ऊपर शीशे की गोलियों के रूप में भार रखा जाता है। जो भार ग्रामों में आता है उसे ब्लूम संख्या (Bloom number) कहते हैं और यह संख्या आपेक्षिक टिकाऊपन (relative rigidity) को व्यक्त करती है।

श्लिष की मजबूती—जैसा पहले बतलाया जा चुका है, वह बल जिस पर श्लिष टूटता है श्लिष की मजबूती कहलाता है। बेकर के श्लिषमापक (Baker's gel tester) द्वारा यह माप की जाती है। इसमें ऐसा स्थान होता है कि एक छड़ जो श्लिष पर टिकाई जाती है उसके ऊपर पानी भरने का प्रबन्ध रहता है। इस छड़ के ऊपर धीरे-धीरे पानी डाल कर भार बढ़ाते जाते हैं। छड़ भार की वृद्धि के साथ धीरे-धीरे श्लिष में घुसती जाती है। जब छड़ इतनी अन्दर घुस जाती है कि श्लिष टूटता है तो मैनोमीटर द्वारा छड़ के इस दाब (pressure) को ज्ञात कर लिया जाता है।

श्लिषीकरण तथा जल-धारण क्षमता का परिमाणन (Estimation of gelling and water-holding power)—जो स्टार्च जितना शीघ्र श्लिषीकृत होता है और जितने अधिक समय तक पानी रोक रखने की क्षमता रखता है वह उतना ही अधिक अच्छा आसजक लेई या अन्य कार्य के लिए लेई बनाने के लिए होता है। मामूली प्रकार के स्टार्चों की लेई थोड़े समय में ही पानी छोड़ कर ढीली पड़ जाती है, किन्तु अच्छी जाति के स्टार्चों की लेई अधिक समय तक पानी रोके रहती है और कड़ी बनी रहती है।

श्लिषीकरण क्षमता ज्ञात करने की निम्न दो विधियाँ हैं —

(१) **पहली विधि**—लगभग ४ ग्राम स्टार्च को ५० घ० सें० पानी में निलम्बित कर उबलने के ताप तक गरम किया जाता है। जब विलयन उबलना आरम्भ करता है तब तुरन्त ही ज्वालक हटा कर अधिक गरम करना रोक देते हैं। यह ध्यान रखा जाता है कि स्टार्च-विलयन को एक मिनट से अधिक समय तक न उबलने दिया जाय। अब विलयन को धीरे-धीरे ठंडा होने के लिए अलग रख दिया जाता है। ठंडा होने पर जेली के रूप में विलयन जम जाता है। जेली बन जाने के बाद बर्तन को उलटा कर यह देखा जाता है कि जेली बर्तन से गिरती तो नहीं और न बहती ही है। यदि जेली बर्तन को उलटने पर नहीं गिरती तो स्टार्च में श्लिषीकरण क्षमता अच्छी समझी जाती है।

(२) **दूसरी विधि**—इस विधि द्वारा विभिन्न स्टार्चों के श्लिषीकरण गुण की तुलना करने के लिए प्रत्येक स्टार्च की १६.६ प्रतिशत जेली एक ही नाप की प्याली में एक ही अवस्था में बनायी जाती है। ठंडा होने पर जब जेली जम जाती है तो इसे एक फिल्टर कागज पर निकाल लिया जाता है और ऐसे स्थान में रख दिया जाता है जहाँ तेज हवा न चल रही हो। फिल्टर कागज पर क्रम से १ घंटे, १२ घंटे और २४ घंटे बाद पानी के विसरण के फलस्वरूप बने वृत्तों का निरीक्षण किया जाता है। जिस स्टार्च की जेली से एक ही समय में सब से बड़ा वृत्त बनता है वह स्टार्च सब से निम्न कोटि का होता है और जिसकी जेली से सबसे छोटा पानी का वृत्त बनता है वह स्टार्च सबसे अच्छी कोटि का होता है।

सिनेरेसिस परीक्षण (Syneresis test)—रखे रहने पर कुछ समय बाद श्लिष से कुछ पानी पृथक् हो कर निकल जाता है और श्लिष अधिक सान्द्र हो जाता है। पानी के इस प्रकार श्लिष से पृथक् होने को सिनेरेसिस कहते हैं। सिनेरेसिस की मात्रा श्लिष की आयु तथा उसकी सतह के खुला रहने पर निर्भर करती है। सान्द्रता की वृद्धि के साथ-साथ सिनेरेसिस की मात्रा घटती है। विलयन बनाने में स्टार्च को कितने समय तक गरम किया गया है, इसका सिनेरेसिस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। कुछ लवण, जैसे ऐसीटेट, सल्फेट, आक्सलेट और साइट्रेट की उपस्थिति सिनेरेसिस में वृद्धि करती है, किन्तु अन्य अधिकांश लवण सिनेरेसिस को घटाते हैं। जिस स्टार्च-श्लिष में जितना अधिक सिनेरेसिस का गुण होता है उतना ही वह अनुपयुक्त समझा जाता है। जिस स्टार्च के श्लिष में सिनेरेसिस का गुण सब से कम होता है वह ही श्लिष बनाने के लिए सब से अच्छा समझा जाता है।

सिनेरेसिस का परिमाणन निम्न प्रकार से किया जाता है—

विभिन्न स्टार्चों के एक ही विधि तथा समान अवस्था में श्लिष बना लिये जाते हैं। जब श्लिष ठीक से जम कर कड़ा हो जाता है तो इसे संभाल कर साँचे में से इस प्रकार निकाला जाता है कि उसके आकार में कोई परिवर्तन न होने पाये। श्लिष की इस प्रकार प्राप्त बट्टियों को अलग-अलग छन्ने कागज (filter paper) के ऊपर एक ऐसे स्थान में रख दिया जाता है जहाँ तेज़ हवा न चल रही हो और जहाँ का ताप एक निश्चित अंश तक स्थायी रहे। थोड़े-थोड़े निर्धारित समय के बाद प्रत्येक बट्टी के नीचे के छन्ने कागज में जितनी दूर तक पानी विसरित हो कर फैला है उस दूरी को नाप लिया जाता है। जिस स्टार्च-श्लिष की बट्टी के साथ जितनी कम दूरी तक पानी छन्ने कागज पर विसरित होता है वह उतना ही अच्छा समझा जाता है।

श्लिषीकरण ताप (Gelatinisation temperature)—जब स्टार्च को पानी के साथ गरम किया जाता है तो स्टार्च के कणों का द्विवर्तन (birefringence) पहले नष्ट होता है, फिर ताप की वृद्धि के साथ कण फूलते जाते हैं, श्यानता बढ़ती जाती है और मिश्रण का रूप धुँधले निलम्बन (cloudy suspension) से पारभासक विलयन में बदल जाता है। ये परिवर्तन प्रत्येक स्टार्च के साथ ताप की निश्चित सीमाओं के भीतर होते हैं। अतः किसी स्टार्च में ये परिवर्तन किन तापों पर होते हैं यह निरीक्षण कर उस स्टार्च को पहचानने में सहायता मिलती है। ये सब परिवर्तन श्लिषीकरण के अन्तर्गत हैं और इनसे सम्बन्धित ताप की सीमाओं को 'श्लिषीकरण ताप सीमा' (Gelatinisation temperature limit) कहते हैं। विभिन्न अपद्रव्यों

की उपस्थिति तथा स्टार्च-विलयन की सान्द्रता का प्रभाव 'श्लिषीकरण ताप सीमा' पर पड़ता है। अतः यह परीक्षण एक ही निर्धारित सान्द्रता तथा समान अवस्था में विभिन्न स्टार्चों के साथ करना चाहिए।

(क) द्विवर्तन का नष्ट या विलीन होना (Loss of birefringence)—एक परखनली में थोड़े स्टार्च को पानी में निलम्बित कर जल-ऊष्मक पर धीरे-धीरे गरम किया जाता है। बीच-बीच में परखनली से थोड़ा निलम्बन निकाल कर वर्तन-सूक्ष्मदर्शी (polarising microscope) द्वारा देखा जाता है। कुछ सूक्ष्मदर्शी में ऐसा प्रबन्ध रहता है कि जब निलम्बन उसके प्लैटफार्म पर निरीक्षण के लिए रखा रहता है तो गरम भी किया जा सकता है। ऐसे सूक्ष्मदर्शी द्वारा गरम होते समय के परिवर्तनों का निरीक्षण बहुत सरलता से किया जा सकता है। विभिन्न वैज्ञानिक विभिन्न अंश तक के परिवर्तन से सम्बन्धित ताप को 'श्लिषीकरण ताप' मानते हैं। कुछ लोगों के अनुसार वह ताप जिस पर बड़े कणों का द्विवर्तन नष्ट हो जाता है, 'श्लिषीकरण ताप' माना जाता है, किन्तु कुछ अन्य लोगों के अनुसार वह ताप जिस पर अधिकांश कणों का द्विवर्तन नष्ट हो जाता है, 'श्लिषीकरण ताप' माना जाता है। कुछ वैज्ञानिकों का मत है कि परीक्षण के लिए 'श्लिषीकरण ताप' उस ताप को लेना चाहिए जिस पर समस्त कणों का द्विवर्तन नष्ट हो गया है।

(ख) पारभासकता (Translucency)—जब बिजली का बल्ब काँच के वर्तन में भरे स्टार्च-निलम्बन में डुबा दिया जाता है और निलम्बन को गरम किया जाता है तो एक निश्चित ताप पर पारभासकता में एकदम परिवर्तन होता है। इस ताप को ज्ञात करने की एक विधि मालूम की गयी है। इस विधि में प्रकाश की किरण स्टार्च-निलम्बन के भीतर से भेजी जाती है और यह किरण एक फोटोइलेक्ट्रिक सेल (photoelectric cell) को प्रभावित करती है जो एक माइक्रोमीटर (micro-ammeter) से सम्बन्धित रहता है। बिजली की धारा और ताप के पाठ्यांक (readings) ले लिये जाते हैं और फिर इनके आधार पर ग्राफ कागज पर वक्र (curves) खींचे जाते हैं। ये वक्र श्लिषीकरण का आरम्भ और उसकी सीमा व्यक्त करते हैं। प्रत्येक स्टार्च के साथ विशेष प्रकार का वक्र प्राप्त होता है और इसके द्वारा स्टार्च की पहचान हो जाती है।

(ग) वर्तनांकमापी विधि (Refractometric method)—इस विधि में स्टार्च-निलम्बन को धीरे-धीरे गरम किया जाता है और बीच-बीच में एक-एक बूँद निकाल कर तथा एबे वर्तनांकमापी (Abbe refractometer) में रख कर उसका वर्तनांक (refractive index) देखा जाता है। श्लिषीकरण की क्रिया में वर्तनांक

०° से एक अधिकतम सीमा तक बढ़ता है। ताप और वर्तनाको का ग्राफ खींचा जाता है। प्रत्येक रटार्च का अपना एक विशेष वक्र आता है और इन वक्रों द्वारा स्टार्चों की पहचान की जा सकती है। इस विधि द्वारा पर्याप्त अणु तक शुद्ध फल प्राप्त होता है।

क्षार-तरलता परीक्षण—परिवर्तित स्टार्चों का परीक्षण करने के लिए क्षार-तरलता का उपयोग बहुत होता है। स्टार्च की क्षार-तरलता उसके परिवर्तन की मात्रा के अनुसार नियमित रूप से बढ़ती है। अम्ल द्वारा परिवर्तित किया गया मकई का स्टार्च बाजार में अपनी क्षार-तरलता सख्या के आधार पर बिकता है।

क्षार-तरलता ज्ञात करने के लिए विभिन्न प्रकार के उपकरणों का प्रयोग किया जाता है जिनमें साधारणतः विभिन्न आकार की कीपें रहती हैं। ये कीपें काँच की होती हैं और इनका व्यास ४ इंच होता है तथा शाखा बहुत छोटी होती है। शाखा के व्यास की नाप की एक काँच-नली को गला कर और खींच कर एक छोटा छेद बनाया जाता है जिसका व्यास लगभग $1/16$ इंच होता है। कीप की शाखा से इस काँच-नली को जो लगभग २ इंच लम्बी रहती है जोड़ दिया जाता है। पूरा उपकरण इस नाप का होता है कि जब कीप में ११० घ० से० आसुत जल २५° से० ग्रे० ताप पर भरा जाता है तो इसमें से १०० घ० से० जल बाहर के छेद से प्रवाहित हो कर ७० सेकेंड में निकलता है।

क्षार-तरलता निकालने की पूरी विधि निम्न प्रकार है —

५ ग्राम स्टार्च को २५० घ० से० घारिता के बीकर में ले कर इसमें १० घ० से० आसुत जल डाल कर और फेंट कर ठीक से मिला दिया जाता है। अब एक प्रतिशत कास्टिक सोडा विलयन की ९० घ० से० मात्रा डाल कर विलयन को तीन मिनट तक विलोडित किया जाता है। बीकर को अब एक जल-ऊष्मक पर जिसका ताप २५° से० ग्रे० रहता है रख कर ३० मिनट तक शान्त छोड़ दिया जाता है। तरलता-कीप को भी इस जल-ऊष्मक के पानी में डुबाये रखा जाता है और परीक्षण करने के केवल तीन मिनट पहले निकाला जाता है। अब तरलता-कीप के नीचे के सिरे को अंगुली द्वारा बंद कर इसमें स्टार्च-विलयन सँभाल कर भर दिया जाता है और यह देख लिया जाता है कि कोई हवा के बुलबुले न रहने पायें। सिरे के नीचे १०० घ० से० का चिह्नित सिलिंडर रखा जाता है और कीप में से विलयन को प्रवाहित होने दिया जाता है। जैसे ही सिरे में से विलयन को प्रवाहित होने देने के लिए अंगुली हटायी जाती है स्टार्च-घड़ी को चला दिया जाता है। ७० सेकेंड होते ही कीप को सिलिंडर के ऊपर से हटा दिया जाता है। सिलिंडर में इस ७० सेकेंड में जितना विलयन एकत्रित हुआ है उसका

आयतन सिलिंडर में लगे चिह्नों से पढ़ कर मालूम कर लिया जाता है। यही आयतन क्षार-तरलता व्यक्त करता है।

क्षार-चल अंक (alkali-labile value) परीक्षण—विभिन्न स्टार्चों, परिवर्तित स्टार्चों तथा डेक्सट्रिन को उनके क्षार-चल अंक ज्ञात कर सरलता से पहचाना जा सकता है। यह विधि टी० सी० टेलर ने निकाली है और इस गुण पर आधारित है कि स्टार्च तथा डेक्सट्रिन में कुछ भाग ऐसा होता है जो क्षार द्वारा शीघ्र अभिकृत हो जाता है। इस विधि से परीक्षण शीघ्र हो जाता है और स्टार्च तथा डेक्सट्रिन की पहचान सन्तोषप्रद रीति से हो जाती है। परीक्षण की विधि निम्न भाँति है:—

पाइरेक्स कॉच की बनी $4" \times 1"$ इंच नाप की एक परखनली में लगभग ०.०५ ग्राम स्टार्च (या डेक्सट्रिन) जिसकी परीक्षा करनी है तोल कर ले लिया जाता है और इसमें १० घ० से० N/१० कास्टिक सोडा विलयन डाला जाता है। परखनली में एक ढीला डाट लगा कर इसे उबलते पानी में एक घंटे तक गरम किया जाता है। इसके बाद इसे आधा मिनट तक नल के बहते ठंडे पानी में रख कर ठंडा किया जाता है और फिर तुरन्त ही इसमें १० घ० से० N/१० HCl डाल कर और परखनली को हिला कर ठीक से मिला दिया जाता है। परखनली के पदार्थ को अब २५० घ० से० के एक गुण्डाकार फ्लास्क में उड़ेल दिया जाता है। परखनली को १० घ० से० आसुत जल से दो बार धो कर धोवन को भी फ्लास्क में डाल दिया जाता है। अब फ्लास्क के द्रव में दो बूंद नाइट्राजीन पीला विलयन (nitrazine yellow solution) डाल कर द्रव को N/१० NaOH द्वारा उदासीन किया जाता है। इसके बाद ५ घ० से० N/१० NaOH और डाल कर फिर ५ घ० से० ०.०२५M प्रामाणिक आयोडीन विलयन डाला जाता है। पिछले तीनो विलयन तीन मिनट के भीतर मिला देना चाहिए। अब फ्लास्क को ४५ मिनट तक अँधेरे में $25^{\circ}-30^{\circ}$ से० ग्रे० ताप पर रख दिया जाता है। इसके बाद इसमें ५ घ० से० सान्द्र HCl डाल कर ठीक से फ्लास्क को हिला कर मिला दिया जाता है और फिर तुरन्त ही फ्लास्क के द्रव को ०.०२५ M थायोसल्फेट विलयन द्वारा अनुमापित किया जाता है। गणना द्वारा यह ज्ञात हो जाता है कि कितना मिलीग्राम आयोडीन अभिक्रिया में उपयोग हुआ है। इसे १०० से गुणा करने पर जो सख्या प्राप्त हो उसे फिर आरम्भ में लिये गये स्टार्च की मिलीग्राम मात्रा से भाग देने पर जो अंक प्राप्त हो वह उस स्टार्च का क्षार-चल अंक है।

यदि स्टार्च, जिसका क्षार-चल अंक ज्ञात करना है, लेई के रूप में है तो इसे पहले अजल शुद्ध मेथिल ऐलकोहल (जिसमें ऐसीटोन बिल्कुल न हो) द्वारा अवक्षेपित किया जाता है और फिर इस अवक्षेप का क्षार-चल अंक ज्ञात किया जाता है। यदि लेई

मे कोई विद्युद्विश्लेष्य (electrolyte) पदार्थ नहीं रहता तो कुछ बूंद N/१० बेरियम क्लोराइड विलयन डाल दिया जाता है। इससे अवक्षेपण में सहायता मिलती है। इस परीक्षण की सफलता के लिए यह आवश्यक है कि मुक्त क्लोरीन, हाइपोक्लोरस अम्ल, कोई पर-अक्साइड, सुहागा या सल्फर डाइ-आक्साइड की किंचित् मात्रा भी स्टार्च में नहीं होनी चाहिए, क्योंकि ये पदार्थ स्वयं आयोडीन को शोषित करते हैं।

मकई के स्टार्च का क्षार-चल अंक लगभग २२ होता है, टैपियोका स्टार्च का १४ और पीले डेक्सट्रिन का २०। विभिन्न स्टार्चों तथा डेक्सट्रिन के क्षार-अंको में एक दूसरे से बहुत भिन्नता होती है, अतः इस परीक्षण द्वारा विभिन्न स्टार्च तथा डेक्सट्रिन सरलता से एक दूसरे से पहचाने जा सकते हैं।

क्षार-अंक विधि—ऊपर की विधि से थोड़ी परिवर्तित एक दूसरी सरल विधि जिसे क्षारमितीय (alkalimetric) विधि कहते हैं ज्ञात की गयी है। इसके द्वारा स्टार्च का आपेक्षिक जल-विच्छेदन परिमापित किया जाता है। यह विधि निम्न भाँति है —

०.५ ग्राम स्टार्च को तोल कर एक फ्लास्क में लिया जाता है। इसमें १० घ० से० पानी डाल कर निलम्बित अवस्था में कर लिया जाता है। फिर २५ घ० से० ०.४ N कास्टिक सोडा विलयन और ६५ घ० से० गरम आसुत जल डाल कर हिलाया जाता है। अब फ्लास्क को डाट से बंद कर उबलते पानी में रख कर लगभग एक घंटे तक गरम किया जाता है। इसके बाद फ्लास्क को ठंडे पानी में रख कर इसमें लगभग ५०-७५ घ० से० ठंडा आसुत जल डाला जाता है जिससे स्टार्च का और अधिक जल-विच्छेदन होना रुक जाय। अब फ्लास्क के द्रव में थाइमाल ब्लू (thymol blue) विलयन की दो बूंदें डाल कर ०.२ N सल्फ्यूरिक अम्ल से अनुमापित किया जाता है। जितने आयतन अम्ल उपयोग होता है उसे अम्ल की प्रामाणिकता सख्या (normalty) तथा १० से गुणा करने पर जो मान प्राप्त हो उसे स्टार्च की तोल से भाग देने पर अतः में जो सख्या प्राप्त होती है वह क्षार-अंक (alkali number) कहलाती है। कुछ स्टार्चों के क्षार-अंक नीचे की सूची में दिये जाते हैं —

क्षार-अंक

गेहूँ का स्टार्च	९.८ से ११.५
चावल का स्टार्च	६.५ से ७.५
मकई का स्टार्च	९.८ से १२.२
आलू का स्टार्च	५.८ से ७.०

टैपियोका स्टार्च

६०-७१

डेक्सट्रिन (पीला)

१२५-१४०

प्रवाह-परीक्षण (या शुष्क स्टार्च की तरलता का परिमाण) (Flow or mobility test of dry starch)—स्टार्च का प्रवाह मापने के लिए सूखे स्टार्च की एक निश्चित मात्रा को एक बंद चालनी में रख कर एक निश्चित गति से यत्र द्वारा हिलाया जाता है। एक निर्धारित समय में चालनी से स्टार्च की जितनी मात्रा छन कर बाहर निकलती है उसे तोल लिया जाता है। यही मात्रा स्टार्च की तरलता को व्यक्त करती है।

एक दूसरी विधि निम्न प्रकार है.—स्टार्च को प्रामाणिक अंश तक महीन पीस कर इसकी थोड़ी मात्रा को एक काँच की प्लेट पर रखा जाता है। इस प्लेट को झुकाने का प्रबन्ध रहता है और जिस कोण तक यह झुकायी जाती है उसे मालूम करने के लिए पीछे की ओर एक स्केल रहता है। प्रयोग में प्लेट को धीमी गति से तिरछी करते जाते हैं और वह कोण जिस पर स्टार्च प्लेट पर से नीचे झुकी ओर फिसलना शुरू करता है, स्केल द्वारा मालूम कर लिया जाता है। जितनी अधिक तरलता स्टार्च में होती है उतने ही कम कोण पर वह फिसलना आरम्भ करता है।

निर्देश

- 1 K V Giri and P N Bhargava, J Indian Inst, Sci, 1936, 19A, 53, K. V Giri, Science, 1935, 81, 343
- 2 T C Taylor and J C Keresztesy, Ind Eng Chem, 1936, 28, 502
- 3 R W Kerr, Chemistry and Industry of Starch, New York, 1944, pp 109

स्टार्च का परिमाणन

आटे में तथा अन्य पदार्थों में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा ज्ञात करने की कई विधियाँ हैं। इनमें से कुछ विधियाँ ऐसी हैं जिनमें स्टार्च को बिना जल-विश्लेषित किये परिमाणित किया जाता है और कुछ विधियाँ ऐसी हैं जिनमें स्टार्च का परिमाणन करने के लिए उसे जल-विश्लेषित किया जाता है।

स्टार्च का परिमाणन करने की बिना जल-विश्लेषण की विधियाँ
(Non-hydrolytic Methods)

इन विधियों में स्टार्च को किसी विलायक में आकीर्ण किया जाता है और फिर या तो (क) इसे पृथक् कर तोल लिया जाता है, या (ख) किसी यौगिक के रूप में अवक्षेपित कर तोला जाता है, या (ग) पोलैरीमीटर द्वारा इसका घूर्णन ज्ञात कर इसकी मात्रा ज्ञात कर ली जाती है।

(१) हर्ड और केंट-जोन्स विधि^१ (Hurd and Kent-Jones method)—
इस विधि में जिस पदार्थ में स्टार्च की मात्रा ज्ञात करनी है उसकी एक ग्राम मात्रा को अम्ल द्वारा अच्छी प्रकार धोयी गयी एक ग्राम बालूके साथ मिश्रित कर एक अपकेन्द्री नली (centrifuge tube) में ईथर के साथ भर दिया जाता है। एक मिनट तक नली को हिला कर फिर अपकेन्द्री मशीन में घुमाया जाता है। ऊपर पृथक् हुए स्वच्छ द्रव को निथार कर निकाल दिया जाता है। एक बार पुनः नली की पेदी में बचे ठोस में ईथर मिला कर और पहले की भाँति हिला कर अपकेन्द्री मशीन में घुमाया जाता है और पृथक् हुए द्रव को ऊपर से निथार कर निकाल दिया जाता है। नली में बचे अवशिष्ट (residue) में अब २.५ घ० से० पानी और ०.२५ घ० से० नार्मल (N) कास्टिक सोडा विलयन डाल कर सब को अच्छी तरह हिला कर मिला दिया जाता है। पन्द्रह मिनट बाद पहले ५ घ० से० शुद्ध मेथिल ऐलकोहल और फिर तुरन्त ५ घ० से० जलीय मेथिल ऐलकोहल (जिसमें मेथिल ऐलकोहल और पानी का अनुपात २ : १ रहता है) डाल कर और अच्छी प्रकार मिला कर नली को पुनः अपकेन्द्री मशीन में घुमाया जाता

है। ऐलकोहल की तह ऊपर पृथक् हो जाती है। इसे निथार कर निकाल दिया जाता है। अवशिष्ट को जलीय ऐलकोहल से दो बार और अन्त में पानी से तीन बार धोया जाता है। प्रत्येक बार धोने के लिए १० घ० से० द्रव लिया जाता है।

पानी से धोने के बाद नली के अवशिष्ट में थोड़ा पानी मिला कर एक गाढी लेई के रूप में कर लिया जाता है। यह ध्यान रखा जाता है कि ढोके न बनने पाये। इस लेई को एक १०० घ० से० चिह्नित फ्लास्क (graduated flask) में उडेल दिया जाता है। २० घ० से० पानी से कई बार नली को धो कर धोवन को फ्लास्क में ही डाल दिया जाता है जिससे नली का सम्पूर्ण पदार्थ फ्लास्क में पहुँच जाय। नली को फिर सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की थोड़ी-थोड़ी मात्रा से कई बार धो कर इस अम्ल को भी फ्लास्क में ही डाल दिया जाता है। अब आवश्यकतानुसार थोड़ा और सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल फ्लास्क में डाल कर आयतन को पूरा १०० घ० से० कर लिया जाता है। फ्लास्क को थोड़ी देर तक अच्छी प्रकार हिलाने के बाद इसके विलयन को एक गूश-मूषा (gooch crucible) द्वारा, जिसमें ऐस्बेस्टास के ऊपर अम्ल से धोयी हुई बालू पर्त के रूप में बिछी रहती है, छाना जाता है। छनित (filtrate) में से एक पिपेट द्वारा ५० घ० से० द्रव माप कर एक बीकर में निकाला जाता है। इसमें फिर ९६ प्रतिशत ऐलकोहल की ११० घ० से० मात्रा माप कर डाल दी जाती है और सब को ठीक से हिला कर मिला दिया जाता है। एक अवक्षेप बनता है। बीकर के कुल पदार्थ को दस मिनट तक अपकेन्द्री मशीन में घुमाया जाता है जिससे समस्त अवक्षेप नीचे तली में बैठ जाय। ऊपर पृथक् हुए द्रव को निथार कर फेंक दिया जाता है। अवक्षेप को फिर चार बार ७० प्रतिशत ऐलकोहल से और बाद में दो बार ९६ प्रतिशत ऐलकोहल से धोया जाता है। अन्त में ९६ प्रतिशत ऐलकोहल में हिला कर पहले से तोली हुई गूश-मूषा में अवक्षेप को पहुँचा दिया जाता है। यहाँ एक बार ईथर द्वारा भी अवक्षेप को धो दिया जाता है। फिर गूश-मूषा को लगभग १५ मिनट तक ४०° से० ग्रे० पर रखने के बाद १३०° से० ग्रे० ताप पर रख कर अवक्षेप को पूर्ण रूप से सुखा लिया जाता है और फिर मूषा को तोल कर अवक्षेप की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। यह स्टार्च की तोल होती है। गणना द्वारा फिर आरम्भ में लिये गये पदार्थ में स्टार्च की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

ऊपर बतलायी विधि व्यापारिक क्षेत्र में सब प्रकार के आटे में स्टार्च की मात्रा ज्ञात करने के लिए काफी सन्तोषप्रद है। चोकर तथा इसी प्रकार के अन्य पदार्थ का परिमाणन, जिसमें स्टार्च की प्रतिशत मात्रा कम होती है, ऊपर की विधि से करने के लिए २.५ ग्राम पदार्थ लेना चाहिए।

(२) आयोडीन विधि—स्टार्च और आयोडीन के परस्पर के संयोग से बने योग-शील यौगिक द्वारा भी स्टार्च का परिमाणन किया जाता है। इसकी भी कई विधियाँ हैं। इन विधियों में विभिन्न पदार्थों के विलयनों का उपयोग स्टार्च का आकीर्णन करने के लिए किया जाता है। स्टार्च के आयोडीन यौगिक द्वारा स्टार्च का परिमाणन करने की एक सरल विधि निम्न प्रकार है—

आटे की एक निश्चित मात्रा तौल कर कैल्सियम क्लोराइड विलयन में घोली जाती है, फिर इसमें आयोडीन विलयन मिलाया जाता है। स्टार्च आयोडाइड अवक्षेप के रूप में पृथक् हो जाता है। कैल्सियम क्लोराइड का कार्य स्टार्च आयोडाइड यौगिक को अवक्षेपित करना है। अवक्षेप को छान कर अलग प्राप्त कर लिया जाता है और फिर ऐल्कोहल द्वारा इसका विच्छेदन किया जाता है। स्टार्च पृथक् हो जाता है। इसे छान कर और सुखा कर इसकी तौल ज्ञात कर ली जाती है और फिर गणना द्वारा आटे में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा ज्ञात हो जाती है।

(३) पोलैरीमीटर विधि—पोलैरीमीटर द्वारा स्टार्च का परिमाणन करने की भी कई विधियाँ हैं। इन सब विधियों में आटे को किसी उपयुक्त विलायक में आकीर्ण किया जाता है और फिर इस विलयन का घूर्णन पोलैरीमीटर द्वारा मालूम कर गणना द्वारा स्टार्च की मात्रा मालूम कर ली जाती है। पोलैरीमीटर की विधियाँ इस सिद्धान्त पर आधारित हैं कि स्टार्च का एक निश्चित विशिष्ट घूर्णन (specific rotation) होता है और सभी स्टार्चों का विशिष्ट घूर्णन एक ही होता है। किन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है। विभिन्न स्टार्चों के विशिष्ट घूर्णन में थोड़ा अन्तर होता है। यह घूर्णन $+140^\circ$ से $+220^\circ$ तक देखा गया है।

पोलैरीमीटर की सहायता से परिमाणन करने की एक विधि नीचे दी जाती है—

आटे की एक निश्चित तौल को $N/400$ कैल्सियम क्लोराइड विलयन के साथ लगभग १५ मिनट तक उवाला जाता है। विलयन का pH २.५ रखा जाता है। उबलते समय शोफन को रोकने के लिए एक-दो बूँद नार्मल-आक्टाइल ऐल्कोहल (n-octyl alcohol) डाल दिया जाता है। विलयन को ठंडा कर फिर इसमें २० प्रतिशत स्टैनिक क्लोराइड विलयन मिलाया जाता है। स्टैनिक क्लोराइड विलयन में उपस्थित प्रोटीन को अवक्षेपित कर देता है। अवक्षेप को छान कर निकाल दिया जाता है और छाने हुए स्वच्छ द्रव का घूर्णन पोलैरीमीटर में निरीक्षण कर ज्ञात किया जाता है। फिर गणना द्वारा स्टार्च की मात्रा मालूम कर ली जाती है।

एक अन्य विधि जिसे सी० जे० लिटनर (C. J. Lintner) ने निकाला है निम्न प्रकार है :—

लिटनर विधि^१—इस विधि में ५ ग्राम पदार्थ (आटे) को २० घ० से० पानी के साथ एक बीकर में मिश्रित किया जाता है। इसमें फिर ४० घ० से० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डाल कर लगभग ३० मिनट तक अलग रख दिया जाता है। इसके बाद बीकर के कुल पदार्थ को एक फ्लास्क में उड़ेल दिया जाता है। बीकर को १ १२५ विशिष्ट गुरुत्व के हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन द्वारा आवश्यकतानुसार कई बार धो कर फ्लास्क में ही धोवन को डाल दिया जाता है। अब ४ प्रतिशत फास्फोटंग्सटिक अम्ल के विलयन की १० घ० से० मात्रा डाल कर मिला दी जाती है और फिर आवश्यकतानुसार हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिला कर आयतन को २०० घ० से० कर दिया जाता है। अब विलयन को छान कर छने हुए स्वच्छ विलयन को २०० मिलीमीटर लम्बी पोलैरीमीटर नली में भर कर पोलैरीमीटर द्वारा इसका घूर्णन सोडियम प्रकाश में ज्ञात किया जाता है और फिर गणना कर विशिष्ट घूर्णन ज्ञात कर लिया जाता है। विशिष्ट घूर्णन से गणना द्वारा स्टार्च की प्रतिशत मात्रा आरम्भ में लिए गये पदार्थ में मालूम हो जाती है। गणना के लिए जौ के स्टार्च का विशिष्ट घूर्णन प्रामाणिक माना जाता है और प्रतिशत स्टार्च निकालने के लिए निम्न सूत्र का प्रयोग किया जाता है.—

$$\text{प्रतिशत स्टार्च} = \frac{4000 \times \text{अवलोकित घूर्णन}}{l \times [\alpha]_{D}^{20}}$$

[l = पोलैरीमीटर नली की डेसीमीटर में लम्बाई, $[\alpha]_{D}^{20} = 200$ ३ (जौ के स्टार्च का विशिष्ट घूर्णन)]

लिटनर की ऊपर वर्णित विधि बहुत सन्तोषप्रद है। इसके द्वारा विभिन्न पदार्थों में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा सुविधापूर्वक ज्ञात की जा सकती है। कुछ लोगों के मत के अनुसार ऊपर के सूत्र में $[\alpha]_{D}^{20}$ का मूल्य २०२ लेने से अधिक सन्तोषप्रद फल प्राप्त होते हैं।

स्टार्च का परिमाणन करने की जल-विश्लेषण की विधियाँ (Hydrolytic methods)—इन विधियों में आटे या उस पदार्थ को जिसमें स्टार्च की प्रतिशत मात्रा ज्ञात करनी होती है, जल-विश्लेषित कर शर्करा में परिणत कर दिया जाता है और फिर शर्करा की मात्रा ज्ञात कर स्टार्च की मात्रा गणना द्वारा मालूम हो जाती है। जल-विश्लेषण अम्ल तथा एंजाइम दोनों द्वारा कराया जा सकता है।

(१) अम्ल द्वारा जल-विश्लेषण—तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल या तनु सल्फ्यूरिक अम्ल का उपयोग स्टार्च का जल-विश्लेषण कराने के लिए साधारणतः होता है। अम्ल द्वारा पदार्थ में मौजूद स्टार्च जल-विश्लेषित हो कर ग्लूकोस में परिणत हो जाता है।

ग्लूकोस की मात्रा फेह्लिंग विलयन से अनुमापित कर ज्ञात कर ली जाती है, फिर इसे ०.९० से गुणा करने पर स्टार्च की मात्रा प्राप्त हो जाती है।

अम्ल द्वारा जल-विश्लेषण करा कर स्टार्च का परिमाणन करने की विधियाँ उन्हीं पदार्थों के लिए उपयुक्त हैं जिनमें सेल्यूलोस या कोई अन्य ऐसा कार्बोहाइड्रेट मौजूद नहीं है जो जल-विश्लेषित होने पर ग्लूकोस उत्पन्न करता हो। सेल्यूलोस की उपस्थिति में अम्ल द्वारा जल-विश्लेषण कराने की विधि थोड़े परिवर्तित रूप में प्रयोग में लायी जाती है। तनु अम्ल स्टार्च पर $60^{\circ}-70^{\circ}$ से 0 ग्रे ताप पर शीघ्र अभिक्रिया कर उसे जल-विश्लेषित कर देता है, किन्तु सेल्यूलोस पर अभिक्रिया नहीं करता। अतः सेल्यूलोस के उपस्थित रहने पर पदार्थ को $0.02N$ अम्ल द्वारा $60^{\circ}-70^{\circ}$ से 0 ग्रे ताप पर थोड़े समय तक उपचारित किया जाता है। पदार्थ का स्टार्च जल-विश्लेषित हो कर विलयन के रूप में प्राप्त होता है किन्तु सेल्यूलोस अनघुले रूप में बचा रहता है। विलयन को छान कर सेल्यूलोस को पृथक् कर लिया जाता है और छाने विलयन में थोड़ा अधिक सान्द्र अम्ल डाल कर तथा उबाल कर जल-विश्लेषण की क्रिया को पूर्ण कर लिया जाता है। फिर विलयन में ग्लूकोस की मात्रा फेह्लिंग विलयन से अनुमापित कर ज्ञात कर ली जाती है और ग्लूकोस की इस प्रकार प्राप्त मात्रा से गणना द्वारा पदार्थ में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा ज्ञात हो जाती है।

(२) एंजाइम द्वारा जल-विश्लेषण—एंजाइम द्वारा स्टार्च जल-विश्लेषित हो कर डेक्सट्रिन, माल्टोस और ग्लूकोस उत्पन्न करता है। विभिन्न विधियों में एंजाइम की क्रिया के बाद अम्ल द्वारा जल-विश्लेषण करा कर क्रिया को पूर्ण कराया जाता है।

(क) माल्ट डायस्टेस विधि (Malt diastase method)—जिस आटे में अथवा पदार्थ में स्टार्च की मात्रा ज्ञात करनी होती है उसकी एक निश्चित मात्रा को तोल कर थोड़े पानी के साथ लेई के रूप में कर लिया जाता है। इसमें फिर माल्ट (जौ) से प्राप्त किये गये डायस्टेस की उपयुक्त मात्रा मिला कर थोड़े समय तक (लगभग २ घंटा) अलग रख दिया जाता है। स्टार्च जल-विश्लेषित हो कर माल्टोस में परिवर्तित हो जाता है। पदार्थ में थोड़ा पानी मिला कर छान लिया जाता है। छनित में माल्टोस विलयन के रूप में रहता है। फेह्लिंग विलयन द्वारा अनुमापित कर माल्टोस की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। इसके साथ ही बहुत शुद्ध और प्रामाणिक आलू के स्टार्च को भी ऊपर की ही अवस्था में डायस्टेस द्वारा माल्टोस में जल-विश्लेषित कर उत्पन्न माल्टोस का परिमाणन भी फेह्लिंग द्वारा ऊपर की ही भाँति किया जाता है। फिर निम्न सूत्र की सहायता से लिये गये आटे में स्टार्च की प्रतिशत मात्रा गणना कर ज्ञात कर ली जाती है:—

$$\text{पदार्थ में स्टार्च का प्रतिशत} = \frac{१०० \text{ म}}{\text{मा}}$$

ऊपर के सूत्र में 'म' माल्टोस की वह मात्रा है जो १०० भाग पदार्थ से प्राप्त होती है और 'मा' १०० भाग आलू के स्टार्च से प्राप्त माल्टोस की मात्रा है।

(ख) टैकाडायस्टेस द्वारा जल-विश्लेषण करा कर (By hydrolysing with takadiastase)—टैकाडायस्टेस का उपयोग स्टार्च का मात्रात्मक परिमाणन करने के लिए सन् १९१४ से आरम्भ हुआ है। यह स्टार्च को ग्लूकोस में जल-विश्लेषित कर देता है। जल-विश्लेषण के बाद उत्पन्न हुए ग्लूकोस की मात्रा फेर्हलिंग विलयन द्वारा अनुमापित कर ज्ञात कर ली जाती है। इस मात्रा को ०.९३ से गुणा करने पर स्टार्च की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

पौधों के विभिन्न भागों में स्टार्च की मात्रा ज्ञात करने के लिए टैकाडायस्टेस का उपयोग विशेष रूप से किया जाता है।

(३) एंजाइम और अम्ल दोनों के प्रयोग द्वारा जल-विश्लेषण करा कर: मेरकर की विधि^१ (Maerker's method)—जिस पदार्थ में स्टार्च की मात्रा ज्ञात करनी होती है उसे महीन चूर्ण कर इस चूर्ण की तीन ग्राम मात्रा का ईथर द्वारा निष्कर्षण किया जाता है। इसके बाद इसे १०० घ० सें० आसुत पानी के साथ उबाल कर और फिर ६५° से० ग्रे० तक ठंडा कर इसमें १० प्रतिशत माल्ट निष्कर्ष की १० घ० सें० मात्रा डाली जाती है और फिर इसे दो घंटे तक किण्वित होने के लिए अलग रख दिया जाता है। दो घंटे बाद कुल पदार्थ को उबलते पानी में रख कर आधा घंटे तक गरम किया जाता है और फिर ६५° सें० ग्रे० तक ठंडा कर इसमें १० प्रतिशत माल्ट निष्कर्ष की १० घ० सें० मात्रा पुनः डाल कर इसे आधा घंटे तक किण्वित होने के लिए और रख दिया जाता है। इसके बाद इसे फिर पहले की भाँति उबलते पानी में रख कर गरम किया जाता है और फिर ठंडा कर कुल द्रव में पानी मिला कर आयतन २५० घ० सें० कर लिया जाता है। अब इसे छान कर छनित में से २०० घ० सें० मात्रा एक शुष्ण्डाकार फ्लास्क में निकाली जाती है। इसमें २५ प्रतिशत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की १५ घ० सें० मात्रा मिला कर इसे उबलते पानी में लगभग २½ घंटे तक गरम किया जाता है। अब इसे ठंडा कर इसके अम्ल को कास्टिक सोडा विलयन द्वारा उदासीन किया जाता है और फिर इसमें मौजूद ग्लूकोस को फेर्हलिंग विलयन द्वारा अनुमापित कर ज्ञात कर लिया जाता है। ग्लूकोस की मात्रा को ०.९३ से गुणा करने पर स्टार्च की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

स्टार्च का परिमाणन करने की ऊपर वर्णित सभी विधियों में कुछ न कुछ त्रुटियाँ हैं। कोई भी विधि पूर्ण सन्तोषप्रद नहीं कही जा सकती।

निर्देश

- 1 C. W Herd and D. W. Kent-Jones, J Soc. Chem. Ind., 1931, **50**, 15T
2. C. J Lintner, *Zeit. ges Brauw* , 1907, **30**, 109.
- 3 M Maerker, Chem-Ztg , 1885, **9**, 319.

अध्याय २३

डेक्सट्रिन का विश्लेषण

(Analysis of Dextrins)

डेक्सट्रिन का पूर्ण विश्लेषण करने में निम्न बातों का परीक्षण तथा परिमाणन किया जाता है.—

रूप (Appearance), रंग और स्पर्श—डेक्सट्रिन विभिन्न रंगों का होता है और इसका रंग बहुत अश तक इसके बनाने की विधि पर निर्भर करता है।

डेक्सट्रिन बनाने के लिए जितनी अच्छी जाति का स्टार्च लिया जाता है उतना ही साफ रंग का और अच्छा डेक्सट्रिन प्राप्त होता है। उदाहरणार्थ, आलू और टैपियोका के अच्छे शुद्ध स्टार्च से चमकीला डेक्सट्रिन बनता है, किन्तु यदि स्टार्च शुद्ध नहीं है तो डेक्सट्रिन की चमक में कमी आ जाती है। मकई और गेहूँ के स्टार्च से बना डेक्सट्रिन जटा की तरह लम्बे टुकड़ों के रूप में रहता है। अतः डेक्सट्रिन के रूप और रंग से कुछ अनुमान हो जाता है कि किस स्टार्च से यह बनाया गया है।

डेक्सट्रिन बनाने में उपयोग हुए अम्ल का भी प्रभाव इसके रंग और रूप पर पड़ता है। साधारण रीति से नाइट्रिक अम्ल के उपयोग से बनाये गये डेक्सट्रिन का रंग लाल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से पीला और सल्फ्यूरिक अम्ल से गहरा भूरा होता है। अतः रंग से यह भी मालूम हो सकता है कि डेक्सट्रिन बनाने में किस अम्ल का उपयोग हुआ है।

डेक्सट्रिन यद्यपि पानी में विलेय होता है पर ग्लिसरोल में निलम्बित अवस्था में रहता है। ऐलकोहल में भी यह निलम्बित अवस्था में ही रहता है। डेक्सट्रिन का ऐलकोहल या ग्लिसरोल में निलम्बन बना कर इसकी एक बूंद काँच की स्लाइड पर रख कर सूक्ष्मदर्शी द्वारा निरीक्षण करने से यह ज्ञात हो जाता है कि डेक्सट्रिन के कण किस प्रकार के हैं। यदि स्टार्च का अधिक परिवर्तन नहीं हो पाया है तो डेक्सट्रिन के कण स्टार्च के कणों के समान बहुत अश तक रहते हैं। अतः इस परीक्षण से यह ज्ञात किया जा सकता है कि डेक्सट्रिन बनाने में स्टार्च का पूर्ण परिवर्तन हो गया है या नहीं और कुछ अपरिवर्तित स्टार्च तो नहीं बचा रह गया है।

जब डेक्सट्रिन विलयन के रूप में बनाया गया है और फिर विलयन को वाष्पित कर ठोस रूप में प्राप्त किया गया है तब सूक्ष्मदर्शी द्वारा इसके कणों का ऊपर की भाँति परीक्षण करने से कोई विशेष लाभ नहीं होता। ऐसी अवस्था में सूक्ष्मदर्शी परीक्षण द्वारा यह नहीं जाना जा सकता कि किस स्टार्च से वह डेक्सट्रिन बनाया गया है। कुछ डेक्सट्रिनो को गरम करने पर एक विशेष प्रकार की गंध निकलती है और प्रायः इस गंध से यह जाना जा सकता है कि वह किस स्टार्च से प्राप्त किया गया है। मकई और आलू के स्टार्चों से बनाये गये डेक्सट्रिनो को गंध द्वारा विशेष सरलता से पहचाना जा सकता है।

प्रायः हाथ के स्पर्श से भी कुछ अनुमान लग जाता है कि कोई डेक्सट्रिन किस स्टार्च से बनाया गया है। आलू के स्टार्च का डेक्सट्रिन सूखे चूर्ण की अवस्था में हाथ से छूने पर हाथ में चिपकता नहीं है, टैपियोका तथा गेहूँ आदि अनाजों के स्टार्च से बनाये गये डेक्सट्रिन हाथ में चिपकते हैं। आलू के स्टार्च का डेक्सट्रिन छूने में अन्य स्टार्चों के डेक्सट्रिनो की अपेक्षा अधिक कठोर भी होता है।

सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखने से डेक्सट्रिन में धूल तथा अन्य ठोस पदार्थों की अपद्रव्यता भी ज्ञात हो जाती है। विभिन्न ठोस अपद्रव्यों के रहने पर डेक्सट्रिन के आसजक गुण पर प्रभाव पड़ता है और अच्छा आसजक नहीं बनता। अतः यह देखना भी बहुत आवश्यक है कि डेक्सट्रिन में इस प्रकार के कोई ठोस अपद्रव्य न हो।

गंध और स्वाद (Smell and taste)—विभिन्न स्टार्चों से बने डेक्सट्रिनो में अपनी-अपनी विशेष गंध होती है और इस गंध द्वारा प्रत्येक प्रकार के डेक्सट्रिन को पहचाना जा सकता है। डेक्सट्रिन की गन्ध विलयन की अवस्था में अधिक स्पष्ट होती है, अतः गंध पहचानने के लिए सदा डेक्सट्रिन को पानी में घुला लेना चाहिए। इसके लिए सब से सरल परीक्षण यह होता है कि हथेली पर जरा सा डेक्सट्रिन रख कर और उसमें एक बूँद पानी मिला कर अंगुली से अच्छी तरह रगड़ा जाय और तब हथेली को नाक के पास ला कर उसकी गंध सूँघी जाय।

जीभ पर जरा सा डेक्सट्रिन रख कर उसके स्वाद से भी प्रायः यह अनुमान लग जाता है कि डेक्सट्रिन में कितनी शर्करा मौजूद है और वह अम्ल द्वारा स्टार्च को जल-विश्लेषित कर बनाया गया है या भून कर।

आयोडीन परीक्षण—विभिन्न डेक्सट्रिन आयोडीन के तनु विलयन के साथ विभिन्न रंग देते हैं। इस परीक्षण से यह अनुमान कुछ हो जाता है कि स्टार्च का डेक्सट्रिन में किस अंश तक परिवर्तन हुआ है।

साधारण रूप से आयोडीन परीक्षण के लिए लगभग ०.१ ग्राम डेक्सट्रिन को एक

परखनली में ले कर उसमें १५ घ० से० पानी डाल कर घुला लिया जाता है। फिर इस विलयन में $N/40$ शक्ति के आयोडीन विलयन (पोटैसियम आयोडाइड में बने) की कुछ बूंदें (२-४ बूंदें) डाल कर और विलयन को हिला कर रंग का निरीक्षण किया जाता है।

प्रायः आयोडीन द्वारा उत्पन्न रंग रखने पर धीरे-धीरे हलका होता जाता है। इसका कारण सम्भवतः डेक्सट्रिन में मौजूद शर्करा है और इस प्रकार रंग के हलके होने की गति से डेक्सट्रिन में मौजूद शर्करा का भी कुछ अनुमान हो जाता है।

विभिन्न डेक्सट्रिनो के साथ आयोडीन निम्न रंग देता है —

अधिक पकाया गया सफेद डेक्सट्रिन—नीला रंग

मध्यम अंश तक पकाया गया डेक्सट्रिन—आरम्भ में नीला रंग किन्तु रखने पर शीघ्र हलका हो जाता है।

पीला डेक्सट्रिन—आरम्भ में लाल-बैंगनी, किन्तु थोड़ी देर में रंग विलीन हो जाता है।

पूर्ण रूप से बने डेक्सट्रिनो में इस परीक्षण से कोई अन्तर नहीं मालूम होता। अतः यह परीक्षण केवल यही ज्ञात करने के लिए सहायक है कि किस अंश तक स्टार्च का परिवर्तन डेक्सट्रिन में हुआ है।

जल का परिमाणन (Estimation of moisture)—डेक्सट्रिन में जल की मात्रा ज्ञात करने के लिए डेक्सट्रिन की लगभग ५ ग्राम मात्रा को एक पोर्सलिन की प्याली में तोल कर 105° - 110° से० ग्रे० पर ४-५ घंटे तक गरम किया जाता है और जब तोल स्थिर हो जाती है तो पहली तोल से बाद की स्थिर तोल को घटा कर पानी की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। यदि डेक्सट्रिन द्रव रूप में होता है तो इसमें तपायी गयी बालू (ignited sand) की एक निश्चित मात्रा तोल कर पहले मिला दी जाती है और फिर इसे आरम्भ में निम्न ताप पर और बाद में धीरे-धीरे ताप बढ़ा कर 105° से० ग्रे० तक ला कर सुखाया जाता है। इसे फिर शोषित्र (desiccator) में रख कर ठंडा करने के बाद तुरन्त तोल लिया जाता है। भार में जो कमी आती है वह डेक्सट्रिन में पानी की मात्रा होती है।

डेक्सट्रिनो में साधारणतः १ प्रतिशत से १५ प्रतिशत तक जल की मात्रा रहती है। डेक्सट्रिनो में वायुमण्डल से आर्द्रता शोषित करने का गुण होता है। अतः इन्हें वायुमण्डल में अधिक समय तक खुला नहीं रखना चाहिए।

स्थानता और स्थायित्व (Viscosity and stability) का परिमाणन—स्थानता परीक्षण से डेक्सट्रिन बनाने में नियंत्रण सरलता से रखा जा सकता है।

इस परीक्षण से यह ज्ञात हो जाता है कि स्टार्च किस अंश तक डेक्सट्रिन में परिवर्तित हो गया है और किस प्रकार का डेक्सट्रिन बना है। श्यानता की माप के लिए डेक्सट्रिन का ५० प्रतिशत से ७५ प्रतिशत तक विलयन बनाया जाता है। डेक्सट्रिन के बनाने की क्रिया पर नियंत्रण रखने के लिए यह परीक्षण थोड़े-थोड़े समय में निम्न रीति से किया जाता है —

मर्जक (roaster, जहाँ स्टार्च भूना जा रहा है) में से थोड़ा डेक्सट्रिन निकाल कर तुरन्त तोला जाता है और फिर पानी को एक निर्धारित मात्रा में डाल कर 60° से 70° पर घोल लिया जाता है। इस विलयन की श्यानता फिर श्यानतामापक (viscometer) द्वारा 60° से 70° पर मालूम की जाती है। प्रामाणिक डेक्सट्रिन के समान सांद्रता के विलयन की श्यानता से तुलना करने पर यह ज्ञात हो जाता है कि डेक्सट्रिन उचित प्रकार का बन गया है अथवा नहीं और उसी के अनुसार भूनने की क्रिया नियंत्रित की जाती है।

स्थायित्व का परिमाणन करने के लिए वह विलयन जो श्यानता की माप करने के लिए बनाया गया है, २४ घंटे तक अलग रख दिया जाता है और फिर पुनः इसकी श्यानता माप कर यह देखा जाता है कि इसमें कोई परिवर्तन हुआ है अथवा नहीं। साथ ही यह भी देखा जाता है कि रखने पर विलयन में कोई धुंधलापन तो नहीं उत्पन्न हुआ है। कम अम्ल की मात्रा के साथ अधिक ऊँचे ताप पर स्टार्च को गरम करने पर जो पीला डेक्सट्रिन बनता है उसका विलयन रखने पर धुंधला हो जाता है, और प्रायः धुंधलापन इतना अधिक धीरे-धीरे बढ़ता है कि विलयन एक पीली लेई का रूप ले लेता है। इस डेक्सट्रिन के विलयन की श्यानता आरम्भ में वहीं हो सकती है जितनी प्रामाणिक डेक्सट्रिन के विलयन की है किन्तु रखने पर इसकी श्यानता बढ़ती है। एक अच्छे डेक्सट्रिन के विलयन की श्यानता में रखने पर कोई अन्तर नहीं आना चाहिए और न कोई धुंधलापन उत्पन्न होना चाहिए।

प्रायः डेक्सट्रिन के विलयन को कई दिनों तक रख देने पर इसकी सतह पर बहुत सी महीन लकीरें सी दिखलाई देती हैं। यह डेक्सट्रिन में शर्करा की अधिक मात्रा के रहने के कारण होता है। अतः इससे यह ज्ञात हो जाता है कि डेक्सट्रिन में शर्करा अधिक है। ऐसा डेक्सट्रिन आसजक के कार्य के लिए उपयुक्त नहीं होता।

खनिज पदार्थ का परिमाणन—डेक्सट्रिन में खनिज पदार्थ की मात्रा ज्ञात करने के लिए इसे जला कर भस्म में परिणत किया जाता है। यही भस्म डेक्सट्रिन का खनिज पदार्थ होता है। इसे तोल कर इसकी मात्रा ज्ञात कर ली जाती है।

भस्म की प्रतिशत मात्रा मालूम करने के लिए लगभग १० ग्राम डेक्सट्रिन को एक

प्लैटिनम की घड़िया में तोला जाता है और फिर बिजली की भट्ठी में घड़िया को रख कर साधारण ताप पर डेक्सट्रिन को धीरे-धीरे जलाया जाता है। डेक्सट्रिन के जल चुकने के बाद बचे भस्म में एक-दो बूँद १० प्रतिशत ऐमोनियम नाइट्रेट विलयन डाल कर भस्म को पुनः भट्ठी में गरम किया जाता है। ऐमोनियम नाइट्रेट भस्म में शेष बचे कार्बन के सूक्ष्म कणों को भी शीघ्र जला कर कार्बन डाइ-आक्साइड में परिणत कर देता है और अब भस्म में कार्बन के कोई कण नहीं बचते। घड़िया को ठंडा कर तोल लिया जाता है और भस्म की मात्रा मालूम हो जाती है। इससे फिर गणना कर डेक्सट्रिन में खनिज पदार्थ की प्रतिशत मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। भस्म में साधारणतः कैल्सियम के सल्फेट, क्लोराइड और फास्फेट लवण रहते हैं।

डेक्सट्रिन में खनिज पदार्थ की मात्रा मालूम करने के बाद फिर उस स्टार्च में खनिज पदार्थ की मात्रा मालूम की जाती है जिससे वह डेक्सट्रिन बनाया गया है। दोनों के खनिज पदार्थों की तुलना करने से यह ज्ञात हो जाता है कि डेक्सट्रिन में कोई अतिरिक्त बालू या धूल या अन्य भराऊ खनिज पदार्थ तो नहीं मिलाया गया है। साधारण रीति से अच्छे डेक्सट्रिन में खनिज द्रव्य की प्रतिशत मात्रा ०.१ से ०.५ तक होती है।

प्रायः डेक्सट्रिनो में सोडा भस्म और सुहागा मिला कर बाजार में आसजक के रूप में उपयोग होने के लिए रखा जाता है। ऐसे डेक्सट्रिनो के भस्म की परीक्षा करने से इन पदार्थों की उपस्थिति ज्ञात हो जाती है।

अम्लीयता (Acidity)—अम्लीयता ज्ञात करने के लिए १० ग्राम डेक्सट्रिन को १०० घ० सें० पानी में घोल कर $N/10$ कास्टिक सोडा विलयन द्वारा अनुमापित किया जाता है। अनुमापन में फीनोलपथैलीन (phenolphthalein) सूचक (Indicator) के रूप में उपयोग किया जाता है। इस अनुमापन में यदि ५ घ० से० से अधिक कास्टिक सोडा लगता है तो डेक्सट्रिन की अम्लीयता अधिक समझी जाती है।

डेक्सट्रिन में स्टार्च की मात्रा का परिमाणन—स्टार्च की उपस्थिति से डेक्सट्रिन के भौतिक गुणों में तथा विलेयता में अन्तर आ जाता है। अतः डेक्सट्रिन की उपयोगिता का मूल्यांकन करने के लिए यह देखना बहुत आवश्यक है कि इसमें बिना परिवर्तित हुए कितना स्टार्च बच रहा है। इसके परिमाणन की कई विधियाँ हैं। नीचे एक विधि दी जाती है —

एक ग्राम डेक्सट्रिन को ०.७ प्रतिशत कास्टिक पोटाश विलयन के साथ गरम कर पहले श्लिषीकृत कर लिया जाता है और फिर ठंडा कर तथा पानी मिला कर इसका आयतन २०० घ० से० कर लिया जाता है। इसमें से १० घ० सें० मात्रा एक बीकर में

निकाल कर उसे तनु ऐसीटिक अम्ल द्वारा उदासीन किया जाता है और फिर उसमें ०.१ N आयोडीन विलयन की १ घ० से० मात्रा डाली जाती है। अब एक दूसरे बीकर में ५० प्रतिशत ऐलकोहल का १०० घ० से० आयतन ले कर उसमें १० प्रतिशत पोटै-सियम ऐसीटेट विलयन का ४ घ० से० आयतन मिला कर एक अभिकर्मक तैयार किया जाता है। इस अभिकर्मक की ४० घ० से० मात्रा पहले वाले बीकर में डाली जाती है, १० मिनट तक बीकर को अलग शात रख दिया जाता है और फिर ऊपर पृथक् हुए स्वच्छ द्रव को निधार कर फेंक दिया जाता है। बीकर में बचे अवशिष्ट को ५० प्रतिशत ऐल-कोहल से दो बार धोने के बाद अन्त में ९५ प्रतिशत ऐलकोहल से दो बार धोया जाता है। अब समस्त अवशिष्ट को ९५ प्रतिशत ऐलकोहल की सहायता से एक गूश घडिया (Gooch crucible) में, जिसकी तोल पहले ले ली गयी है, ले लिया जाता है। बीकर को ऐलकोहल द्वारा कई बार धो कर धोवन को भी गूश-घडिया में ही डालते हैं जिससे अवशिष्ट का प्रत्येक कण घडिया में पहुँच जाय। अब घडिया को विद्युत-तापक (electric heater) में रख कर १००° से० ग्रे० ताप पर अवशिष्ट को सुखा लिया जाता है और फिर घडिया को तोल कर तथा इस तोल से इसकी आरम्भ की तोल को घटा कर अवशिष्ट की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। यह अवशिष्ट डेक्सट्रिन में उपस्थित स्टार्च का आयोडीन के साथ बना स्टार्च आयोडाइड यौगिक होता है। अवशिष्ट की तोल को ०.८८६५ से गुणा करने पर स्टार्च की तोल ज्ञात हो जाती है और फिर गणना द्वारा डेक्सट्रिन में इसकी प्रतिशत मात्रा मालूम हो जाती है।

डेक्सट्रिन में शर्करा का परिमाणन—शर्कराओं का परिमाणन उनके अवकारक गुण पर आधारित है। इनके द्वारा फेह्लिंग विलयन का अवकरण करा कर शर्करा की मात्रा ज्ञात की जाती है। यद्यपि डेक्सट्रिन में भी सूक्ष्म मात्रा में अवकारक गुण होता है, पर यह शर्करा की तुलना में इतना कम होता है कि इसे नगण्य माना जा सकता है।

शर्कराओं का परिमाणन करने की सब से सरल और अच्छी विधि लाने और आयनोन (Lane and Eynon) की है।

(क) लाने और आयनोन की विधि (Lane and Eynon's method)^१— इस विधि में डेक्सट्रिन की उपयुक्त मात्रा को तोल कर एक निश्चित सान्द्रता का विलयन बनाया जाता है। विलयन की सान्द्रता इतनी होनी चाहिए कि जब १० घ० सें० फेह्लिंग का विलयन इसके द्वारा अनुमापित किया जाय तो इसकी लगभग १५-२० घ० से० मात्रा का उपयोग हो।

२५० घ० स० भारिता के एक शुण्डाकार फ्लास्क में प्रामाणिक फेह्लिंग विलयन की १० घ० सें० मात्रा ले कर इसमें ब्यूरेट से डेक्सट्रिन का इतना विलयन डाला जाता

है कि वह फेर्हलिंग विलयन का पूर्ण अवकरण करने से थोड़ा ही कम हो (१ या २ घ० से० कम)। अब फ्लास्क को ज्वालक के ऊपर रख दिया जाता है। जैसे ही विलयन में उबाल आरम्भ होता है उसमें एक प्रतिशत मेथिलीन ब्लू (methylene blue) विलयन की दो बूंदें डाल कर ब्यूरेट से डेक्सट्रिन विलयन की और मात्रा बूंद-बूंद कर शीघ्रता से तब तक डाली जाती है जब तक फ्लास्क के विलयन का रंग नीले या हरे से एकदम लाल नहीं हो जाता। जैसे ही फ्लास्क का विलयन लाल होता है ब्यूरेट से पढ़ कर यह मालूम कर लिया जाता है कि कुल कितना डेक्सट्रिन विलयन लगा। इस डेक्सट्रिन विलयन में उपस्थित शर्करा द्वारा फेर्हलिंग विलयन का पूर्ण अवकरण हुआ है। अतः अब गणना द्वारा यह ज्ञात हो जाता है कि डेक्सट्रिन में ग्लूकोस की कितने प्रतिशत मात्रा मौजूद है। डेक्सट्रिन में यद्यपि ग्लूकोस के अतिरिक्त अन्य शर्कराएँ भी हो सकती हैं पर गणना द्वारा शर्करा की मात्रा ग्लूकोस के रूप में ही निकाली जाती है।

लाने और आयनोन की विधि बहुत शुद्ध फल देती है। शुद्ध फल प्राप्त करने के लिए यह ध्यान रखना पड़ता है कि अनुमापन के समाप्त होने के समय फ्लास्क में विलयन बराबर उबलता रहे। यह भी ध्यान रखना आवश्यक है कि मेथिलीन ब्लू विलयन की सदा निर्धारित दो बूंदें (या एक बूंद जो आरम्भ में डाली गयी हो) ही प्रत्येक अनुमापन में उपयोग की जायें। ऐसा नहीं करना चाहिए कि एक बार अनुमापन में एक बूंद डाली जाय और फिर दूसरे अनुमापन में दो बूंदें डाली जायें। इन सब बातों का ध्यान रखने पर इस विधि से फल बहुत शुद्ध प्राप्त होता है।

(ख) हंटन और मैकारा की विधि (Hinton and Macara's method)^१—

इस विधि में एक प्रतिशत डेक्सट्रिन विलयन की १० घ० से० मात्रा पानी में मिला कर ५० घ० सें० आयतन कर लिया जाता है। अब इसमें क्रम से १ घ० से० १ N कास्टिक पोटाश, २ घ० से० १० प्रतिशत पोटैसियम आयोडाइड विलयन और १० घ० सें० क्लोरोमीन-T विलयन (७ १ ग्राम प्रति लीटर) डाल कर और मिला कर १॥ घंटे तक अलग रख दिया जाता है। इसके बाद इसे तनु सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा अम्लीय किया जाता है। जो आयोडीन उत्पन्न होती है उसे ००२ N सोडियम थायोसल्फेट विलयन द्वारा अनुमापित किया जाता है। अलग से केवल पानी की भी उतनी मात्रा ले कर जितनी डेक्सट्रिन विलयन की ली गयी थी, ऊपर की भाँति ही अनुमापन किया जाता है और इसके अनुसार डेक्सट्रिन के अनुमापन में उपयोग हुए सोडियम थायोसल्फेट के पाठ्यांक में आवश्यक परिवर्तन कर लिया जाता है। डेक्सट्रिन के अनुमापन में ००२ N सोडियम थायोसल्फेट विलयन के जितने घ० सें० आयतन उपयोग हुए हैं उसे १८००२

से गुणा करने पर ग्लूकोस की मात्रा मिलीग्राम में प्राप्त हो जाती है। फिर गणना द्वारा डेक्सट्रिन में ग्लूकोस की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

इस विधि द्वारा भी शुद्ध फल प्राप्त होता है।

सरेस की उपस्थिति में डेक्सट्रिन का पहचानना और उसका परिमाणन (Detection and estimation of dextrins in presence of glue)—
 प्रायः जन्तुओं से प्राप्त सरेस में डेक्सट्रिन की मिलावट कर दी जाती है या किसी विशेष प्रयोजन से डेक्सट्रिन मिलाया जाता है। अतः डेक्सट्रिन का सरेस में पहचानना और उसकी मात्रा ज्ञात करना प्रायः आवश्यक होता है। यदि सरेस में पृथक् रूप से ठोस अवस्था में डेक्सट्रिन मिलाया गया है तो सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रायः यह जाना जा सकता है।

सरेस की उपस्थिति में डेक्सट्रिन का परिमाणन निम्न विधि से किया जाता है.—

०.६ ग्राम सरेस को १० घ० सें० तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में (५ घ० सें० सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल १०० घ० सें० पानी में) कुछ समय तक भिगो कर ६०° से० ग्रे० ताप पर गरम किया जाता है। सरेस में मौजूद डेक्सट्रिन का ग्लूकोस में जल-विश्लेषण हो जाता है। जल-विश्लेषण हो जाने के बाद विलयन में पानी मिला कर इसका आयतन ५० घ० सें० कर लिया जाता है। इसे फिर कास्टिक सोडा विलयन द्वारा उदासीन कर फेर्हलिंग विलयन द्वारा अनुमापित कर लिया जाता है और गणना द्वारा ग्लूकोस की मात्रा ज्ञात कर ली जाती है। ग्लूकोस की इस मात्रा को ०.९ से गुणा करने पर तुल्याक डेक्सट्रिन की मात्रा ज्ञात हो जाती है।

डेक्सट्रिन में क्लोराइड का परिमाणन—प्रायः डेक्सट्रिन में सूक्ष्म मात्राओं में क्लोराइड लवण या हाइपोक्लोरस अम्ल मौजूद रहता है। क्लोराइड अथवा क्लोरीन के अन्य यौगिकों की उपस्थिति डेक्सट्रिन को अनेक कामों के लिए अनुपयुक्त कर देती है। अतः इनका रहना ठीक नहीं है।

क्लोराइड की डेक्सट्रिन में उपस्थिति अधिकतर स्टार्च में मौजूद क्लोराइड के कारण होती है। स्टार्च बनाते समय यदि क्लोरीन का उपयोग रंग निकालने के लिए किया गया है तो बाद में स्टार्च को अच्छी प्रकार पानी से धो कर क्लोरीन को निकाल देना चाहिए। स्टार्च को ठीक से न धोने के कारण क्लोरीन स्टार्च में रह जाती है और इस स्टार्च से डेक्सट्रिन बनाने में यही क्लोरीन डेक्सट्रिन में क्लोराइड के रूप में पहुँच जाती है।

क्लोराइड का परीक्षण सिल्वर नाइट्रेट द्वारा किया जा सकता है। डेक्सट्रिन की थोड़ी मात्रा को आसुत जल में घोल कर और उसमें कुछ बूँदे तनु नाइट्रिक अम्ल की डाल कर सिल्वर नाइट्रेट विलयन की कुछ बूँदे डालने पर यदि सफेद अवक्षेप प्राप्त होता

है तो डेक्सट्रिन में क्लोराइड की उपस्थिति निश्चित रहती है। इसका परिमाण भी ज्ञात शक्ति के सिल्वर नाइट्रेट ($N/30$) द्वारा अनुमापित कर किया जा सकता है। इस अनुमापन में पोटैसियम क्रोमेट के तनु विलयन की एक-दो बूंदें सूचक (indicator) के रूप में उपयोग की जाती हैं।

निर्देश

1 J H Lane and L Eynou, J Soc Chem Ind, 1923, **42**, 32T, 143T, 463T, 1925, **44**, 150T, 1927, 46, 434T, 1931, **50**, 85T
see also J Fitelson, J Assoc Offic Agric Chem, 1932, **15**, 624.

2 G. L. Hinton and T Macara, Analyst, 1927, **52**, 668.

अनुक्रमणिका

अरारोट ४९	किण्वभोज १४
आइसोप्रिन २०८	कीटोस ३
आभादायक २९८	क्रोमोप्लास्ट १६९
आरगॉल १९५	क्लोरीटोन २०८
आलिगोसैकराइड ४	क्लोरोप्लास्ट १६९
आसजक ५	क्लोरोफार्म २०७
स्टार्च से बने २२५-२४६	गाढक ३००
डेक्सट्रिन से बने २४८-२५५	गैलेक्टोस ३
इन्वर्टेस १४	ग्लाइकोजेन ५
एजाइम ९-१६	ग्लिसरोल २०९-२१४
एक-सैकराइड २	ग्लूकोस ३, ११७-१४४
एथिल ऐलकोहल १०८-२०४	ग्लूटेन ३३
ऐमिलेस १४, २२-३०	ग्लूटेनीय स्टार्च ८५
ऐमिलोपेक्टिन ८२-८४, १६१-१६५	टाटंर १९५
ऐमिलोस ८२-८४, १५५-१६१	टेट्रोस ३
ऐराबिनोस ३	टैपियोका स्टार्च ४८
ऐलकोहल ७	ट्राइओस ३
ऐल्डोस ३	ट्राइ मेथिल स्टार्च १००
ऐसीटिक अम्ल २	डाइनमाइट २१४
ऐसीटिन २११	डाइमेथिल स्टार्च १००
ओलीन २१२	डायस्टेस १४
कार्डीइट २१४	डेक्सट्रिन १, ७, १०२-११६
कार्बन स्वीकरण १६८	विश्लेषण ३५१-३५९
कार्बोहाइड्रेट १, २, ५, १६८-१८७	नाइट्रोग्लिसरीन २१३
किण्व १०	नीलरंजक २९८
किण्वन ७, ९	पत्ती का आकार १७१

पश्चगमन ८९	रेनेट १४
पाक-चूर्ण २६२	रैफिनोस ४
पामीटिन २१२	रैमनोस २
पालीसैकराइड ५	लघु-सैकराइड ४
सक्रियकारक १८२	लाइपेस १५
पेटोस ३	लैक्टोस ४
पौधो की कोशिकाएँ १६८	लैक्टिक अम्ल २, २१४-२१७
पौधों में स्टार्च तथा अन्य कार्बोहाइड्रेट	ल्यकोप्लास्ट १६९
का संग्रह १७७	विलेय स्टार्च ९७
पौधो में स्टार्च और सुक्रोस का सम्बन्ध १८३	शराब १९८
प्रकाश सश्लेषण १७२-१८६	शर्करा १, २
प्रमाण स्पिरिट १९७	श्लिषीकरण ८८
प्रोटोप्लाज्म १६८	सज्जीकरण ७, २८०-२८४
प्लैस्टिड १६८	समाप्त वाश १९५
फर्मेण्ट १०	सल्फोनल २०७
फार्मैल्डीहाइड २	साइटोक्रोम, आक्सीडेस १४
फ्रुक्टोस ३	साबूदाना ४६-४८
फ्यूजेल तेल १९५	सैगो स्टार्च ४६-४८
बहु-सैकराइड ५	सेल्यूलोस १, २
ब्यूटाडाइन २०२	स्टार्च १, २, ३५-९५
ब्यूटिल ऐलकोहल २०४	उपयोग २६०, २६४, ३०५-३१६
ब्यूटिलीन ग्लाइकाल २१७	परिमाणन ३४४-३४९
ब्लास्टिंग जेली २१४	परिरक्षण ३१९-३२२
मर्क का स्टार्च ५१	परीक्षण और विश्लेषण ३२३-३४३
माइकोडरमा ऐसीटी १४	स्टार्च उद्योग के उपजात ३१७-३१८
मॉनोसैकराइड २	स्टार्च और कागज उद्योग २७९-२८७
माल्टोस ४, ७, १४५-१५३	स्टार्च और वस्त्र उद्योग २८८-३०४
मेथिलेटेड स्पिरिट १९६	स्टार्च और भोजन व्यवसाय २५६-२७८
मोमीय स्टार्च ८५	स्टार्च के एस्टर ९८-१००
यीस्ट १०	स्टार्च के ईथर १००-१०१
यूरियेस १३	हेक्सोस ३

शब्दकोश

अक्रिय inactive	अमणिभीय non-crystalline, amorphous
अग्न्याशय pancreas	अम्ल acid
अजल anhydrous	अर्ध-पारदर्शकता translucency
अणु molecule	अवकरण reduction
अणुजीव micro-organism	अवक्रमण degradation
अति तप्त super heated	अवकारक reducing agent
अति परवलय hyperbola	अवकारकहीन non-reducing
अध साद टकी settling tank	अवपात fall
अधि over	अवशिष्ट residue
अधिपृष्ठ द्रव supernatant liquid	अवशोषण adsorption
अधिशोषण adsorption	अवक्षेप precipitate
अधिशोषित adsorb	अवक्षेपण precipitation
अनासृत undistilled	अविरत continuous
अनुकूलतम optimum	अविलेय insoluble
अनुत्क्रमणीय irreversible	अविलेयकरण insolubilisation
अनुप्रस्थ transverse	असममित asymmetric
अनुमापन titration	आकीर्ण disperse
अपकेन्द्री centrifugal	आकीर्णक dispersant
अपद्रव्य impurity	आकीर्णन dispersion
अपलयन peptise	आक्सीकरण oxidation
अपारदर्शकता opacity	आणविक molecular
अपारदर्शिता opacity	आन्तराकर्षण cohesion
अपोहन dialysis	आभादायक tinting agent
अपोहित dialyse	आमज्जक steeping agent
अभिकर्मक reagent	आमज्जन steeping
अभिक्रिया reaction	

आम्लिक acidic	कपाट valve
आयतनात्मक volumetric	कलिल colloid
आयन ion	काट section
आर्द्रताकारक wetting agent	कार्बनिक organic
आर्द्रताग्राही hygroscopic	किण्व ferment
आसवन distillation	किण्वन fermentation
आसुत distillate, distilled	किण्वभोज substrate
आसजक adhesive	कुडली coil
इक्षुशर्करा cane sugar	कुशूल bin
ईथरीकरण etherification	कृत्रिम artificial
उत्क्रमणीय reversible	कोशिका cell
उत्पाद product	क्रिया action
उत्प्रेरक catalysis	खनिज mineral
उत्फुल्लक swelling agent	खाद्यधानी hopper
उदासीन neutral	गलनाक melting point
उदासीनीकरण neutralization	गाढक thickener
उप-अभिक्रिया side reaction	गुणधर्म property
उपकरण apparatus	घडिया crucible
उपचार treatment, treat	घनमिल hammer
उपचारित treated	घूर्ण rotary
उपजात by-product	चक्की mill
उपापचय metabolism	चलनी sieve
ऊतक tissue	चूषक पम्प suction pump
ऊर्जा energy	चूषण पम्प suction pump
ऊष्मक bath, oven	छनित filtrate
ऊष्मा heat	जन्तु-कोयला animal charcoal
एस्टरीकरण esterification	जलग्राही hygroscopic
ऐमोनीय ammoniacal	जल-धारण शक्ति water holding capacity
ऐलकोहली alcoholic	जलयोजित hydrated
ओसाई मिल winnowing mills	जल-शोषण क्षमता water absorbing
कन्द tuber	

capacity	निर्जलीकारक dehydrating agent
जल-विश्लेषण hydrolysis	निर्देशक pointer
जीव-द्रव्य protoplasm	निर्वात vacuum
ज्वलनशील inflammable	निलम्बन suspension
तनु dilute	निपेचन fertilization
तन्तु fiber	निष्कर्ष extract
तरलता fluidity	निष्पीडन strain
तल-तनाव surface tension	निष्क्रिय inactive
तुल्याक equivalent	नि सत्रामक disinfectant
त्रि-अंगी ternary	नीलरजक bluing agent
दमकाक flash point	न्यून under
दक्षिणावर्ती dextro-rotatory	पट्टा belt
दीप्त luminous	परमाणु atom
दुग्धशर्करा lactose	परवर्ती घूर्णन mutarotation
दृढतामापक rigidometer	पर्गमध्य mesophyll
द्रवीकरण liquefying agent	परिपाकीकरण maturing
द्राक्षशर्करा glucose	परिमापन estimation
द्वारकोशिका guard cell	परिरक्षक preservative, protective
द्वि-अंगी binary	परिरक्षण preservation
द्विवर्णता dichroism	परिशुद्ध absolute
द्विवर्तनता birefringence	परीक्षण test
द्विवर्तनशील birefringent	पश्चगमन retrogradation
ध्रुवन-तल plane of polarization	पाकचूर्ण baking powder
ध्रुवीयण polarization	पायस emulsion
नम्य flexible	पारगम्यता transparency
नली tube	पारदर्शक transparent
नाइट्रोकरण nitration	पृथक्कारी insulator
निथारना decantation	पोषक माध्यम nutrient medium
निपीडक squeezing	पक्क slurry
नाभिक nucleus	प्रकन्द rhizome
निरन्त endless	प्रकाश-निष्क्रिय optically inactive

प्रकाश-सक्रिय optically active	मणिभीय crystalline
प्रकाश-संश्लेषण photosynthesis	मातृ-द्राव mother liquor
प्रकृत normal	मात्रात्मक quantitative
प्रकृम mechanism	मषा crucible
प्रतिकर्षक repelling	मृदूतक parenchyma
प्रतिधारा counter current	मेथिलीकरण methylation
प्रतिपूय antiseptic	मोम wax
प्रतिरोधक buffer, resistant	मोमीय waxy, waxed
प्रभाजन fraction	यवशर्करा maltose
प्रभाजक स्तम्भ fractionating column	यौगिक compound
प्रभाजी fractional	रसद्रव्य chemical
प्रलाक्षा रस lacquer	रेडियोधर्मी radioactive
प्रवाह flow, mobility	रोधनी stop cock
प्रवृद्धकारक swelling agent	रगस्थापक mordant
प्रसाधक dressing	रध्र stomæ, stomata (बहुवचन)
प्रसाधन cosmetics	लघुसैकराइड oligosaccharide
प्रामाणिक standard	लपेटन roll
प्रेक्षण observation	लुगदी pulp
फफूँद fungus	वक्र curve
बन्ध bond	वर्णक pigment
बन्धुता affinity	वर्णक्रम spectrum
बहु poly-	वर्ण-चित्र spectrum
बहुलकीकरण polymerization	वर्तन-सूक्ष्मदर्शी polarizing micro-
बेलन roller	scope
भर्जक roaster	वर्तनाक refractive index
भास्मिक basic	वर्तनाकमापी refractometric
भित्ति wall	वलय ring
भंगुर brittle	वातकक्ष air space
भजक destructive	वामावर्ती laevorotatory
भ्रूणपोष endosperm	वाष्प आसवन steam distillation
मणिभ crystal	वाष्पक evaporator

वाष्पन evaporation	शीतक cooler
वाष्पशील volatile	शृङ्खला chain
वाहक conveyer, carrier	शोधन refining
वाहिनी vascular	शोषक dryer
विघटन decomposition, degradation	शोषित्र desiccator
विच्छेदन decomposition	श्यानता viscosity
विचलन deflection	श्यानतामापक viscometer
विद्युत्-आवेश electric charge	श्लिष gel
विद्युत्-विश्लेषण electrolysis	श्लिषकारक gel former
विद्युद्विश्लेष्य electrolyte	श्लिषीकरण gelatinization
विन्यास समावयवी stereoisomer	सकप slaking
विरजक चूर्ण bleaching powder	सक्रिय active
विलयन solution	सक्रियकारक activator
विलायक solvent	सक्रियता activity
विलेय soluble	सज्जक sizing agent
विलेयता solubility	सज्जीकरण sizing
विलोडक stinger	सधूम humming
विशिष्ट गुरुत्व specific gravity	समवधी constant boiling
विशिष्ट घूर्णन specific rotation	समाग homogeneous
विशीर्णता crumbliness	समात्रा mass
विश्लेषक analyser	समापन finish, finishing
विश्लेषण analysis	समावयवता isomerism
विसज्जीकरण desizing	समावयवी isomer
विसरण diffusion	समीकरण equation
विस्फोटक explosive	सान्द्र concentrated
विस्फोटन explosion	सान्द्रता concentration
वृत्त ring	साम्यावस्था equilibrium condition
व्युत्पन्न derivative	सिक्तीकरण moistening
शर्करा sugar	सुघट्यता plasticising
शर्करीकरण saccharification	सुघट्यताकारक plasticising agent
	सूक्ष्मदर्शी microscope

सकीर्ण complex	सक्षारक corrosive
सग्राही receiver	स्कन्दन coagulation
सघनन condensation	स्थायित्व stability
संतुलित equilibrium	स्थायीकारक stabilizer
सपीड्यता compressibility	स्लरी slurry
सयुक्त अवक्षेपण co-precipitation	स्वभाव-परिवर्तन denaturing
सरचना structure, constitution	स्वीकरण assimilation
सवर्धन culture	क्षार alkali
सवृत closed	क्षार चल-अक alkali labile value
सवेदी sensitive	क्षार-अक alkali number
सश्लेषण synthesis	